GEEP-418-I

Instruções

Pegasus MHV®

Motor Horizontal de Indução

Refrigerado a Ar (TEAAC)

Mancal de Bucha

Estas Instruções não pretendem cobrir todos os detalhes ou variantes do equipamento ou abordar todas as possíveis situações que possam ser encontradas durante a sua instalação, operação ou manutenção. Caso sejam necessárias informações adicionais ou ocorram problemas específicos e cuja abordagem não atenda as expectativas do comprador, favor contatar a GE Energy Motors.
Pegasus MHV® é uma marca registrada da General Electric Company.

 Copyright 2007, The General Electric Company, USA

ÍNDICE

 Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Introdução

Geral

O objetivo deste manual de instruções é fornecer uma descrição do produto e apresentar sugestões para o recebimento, manuseio, armazenamento, instalação, operação e manutenção da unidade, bem como informações úteis de caráter geral. Embora tenha sido dispensado o cuidado necessário durante a elaboração deste manual de instruções para garantir a sua exatidão técnica, nenhuma responsabilidade poderá ser imputada à General Electric Company em relação a quaisquer conseqüências da sua utilização. Caso sejam necessárias mais informações, contate o representante General Electric mais próximo.

Este manual de instruções deverá estar disponível para todo o pessoal envolvido na instalação e operação da unidade. Ele deverá ser consultado antes do início de qualquer ação envolvendo a unidade.

Cuidados e Alertas de Segurança

Para os equipamentos cobertos por este manual de instruções, é importante observar os cuidados necessários à proteção do pessoal contra quaisquer acidentes. Dentre as várias considerações, o pessoal deverá:

- evitar o contato com circuitos energizados ou partes rotativas.
- evitar desabilitar ou desligar as proteções ou dispositivos de segurança.
- evitar a exposição prolongada e próxima a máquinas com elevados níveis de ruído.
- empregar a devida cautela e os procedimentos corretos no manuseio, elevação, instalação, operação e manutenção dos equipamentos.
- antes de iniciar a operação, recolocar quaisquer tampas ou proteções que tenham sido removidas para a inspeção do equipamento.

São imperativas as práticas seguras de manutenção com pessoal habilitado. Antes de iniciar os procedimentos de manutenção, certifique-se que:

- o equipamento conectado ao eixo não provocará rotação mecânica.
- a alimentação elétrica da máquina e todos os dispositivos acessórios relacionados com o trabalho na área estejam desligados e permaneçam desconectados da rede elétrica durante o período de manutenção.

Caso seja necessário um teste de isolamento com potencial elevado, deverão ser seguidos os procedimentos e as precauções descritos nas Normas MG-1 e MG-2, da NEMA.

O aterramento incorreto da carcaça deste equipamento pode provocar lesões graves ao pessoal. O aterramento deverá ser executado de acordo com as normas elétricas vigentes e as boas práticas locais.

> ***ATENÇÃO:*** *ALTA TENSÃO E PARTES ROTATIVAS PODEM PROVOCAR LESÕES GRAVES. A UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS, BEM COMO QUALQUER UTILIZAÇÃO DE ENERGIA CONCENTRADA E PARTES ROTATIVAS, PODE SER PERIGOSA. A INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS DEVERÃO SER EXECUTADAS POR PESSOAL HABILITADO. RECOMENDA-SE A FAMILIARIZAÇÃO COM A NORMA DE SEGURANÇA MG-2, DA NEMA, PARA CONSTRUÇÃO E GUIA PARA SELEÇÃO, INSTALAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MOTORES E GERADORES ELÉTRICOS, BEM COMO COM AS NORMAS ELÉTRICAS VIGENTES E AS BOAS PRÁTICAS LOCAIS.*

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Publicações e Normas de Referência

ANSI/NEMA MG-2	Normas de Segurança para a construção e Guia para Seleção, Instalação e Uso de Motores e Geradores Elétricos.
ANSI C50.10	Requisitos Gerais para Equipamentos Síncronos.
IEEE 1	Princípios Gerais para Limites de Temperatura na Classificação de Equipamentos Elétricos.
IEEE 85	Procedimentos de Ensaio de Medição de Ruído em Máquinas Rotativas.
IEEE 112	Procedimento de Ensaio de Motores de Indução e Geradores Polifásicos.
IEEE 115	Procedimentos de Ensaio de Equipamentos Síncronos.

As normas poderão ser obtidas mediante contato com as seguintes entidades:

National Electrical Manufacturers Association
2101 Street, N.W.
Washington, DC 20037

American National Standards Institute
1430 Broadway
New York, NY 10018
Contato: Departamento de Vendas

The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
445 Hoes Lane
Piscataway, NJ 08854
Contato: Vendas de Publicações

Considerações sobre a garantia

A cobertura de garantia aplicável ao equipamento especificado na “Identificação da Unidade” poderá ser encontrada no respectivo contrato de venda.

O equipamento deverá ser operado de acordo com as especificações constantes da sua plaqueta de identificação, normas e regulamentos aplicáveis e de acordo com este manual de instruções para que a garantia permaneça válida durante o seu período de vigência.

Caso alguma dúvida ou circunstância não coberta pelo manual de instruções ocorra, ou caso surja algum problema, contate a Assistência Técnica General Electric mais próxima.

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Recebimento, Manuseio e Armazenagem

Recebimento

Sempre que as autoridades de tráfego permitam, o equipamento é despachado da fábrica como uma unidade montada, pronta para instalação. Sapatas (ou trilhos), caso sejam solicitados, são presas aos pés do equipamento. Eventualmente, alguns itens opcionais são enviados separadamente. Todos os "packing lists" devem ser cuidadosamente verificados para confirmar o recebimento de todos os itens. Cada unidade deverá ser cuidadosamente inspecionada na chegada ao seu destino. Qualquer problema deverá ser fotografado, documentado e imediatamente notificado ao escritório mais próximo da General Electric.

Manuseio

O equipamento deverá ser elevado por meio de olhais de elevação. Nas unidades de 2 ou 4 pólos, há 2 olhais de elevação localizados na parte superior do sistema de resfriamento (Fig. 1). Nas unidades de 6 pólos, há 4 olhais de elevação localizados na carcaça (Fig. 2). Se os acoplamentos ou outros itens desbalancearem a carga, uma cinta adicional deverá ser usada para evitar a sua inclinação ou rotação.

Em todos os casos, tirantes devem ser usados. Nas unidades de 6 pólos, os tirantes são importantes para evitar danos à tampa superior quando do içamento do equipamento. Se não for possível usar tirantes nas unidades de 2 ou 4 pólos, as cintas não deverão formar um ângulo menor do que 60° com a horizontal, evitando a sobrecarga das cintas e dos prisioneiros.

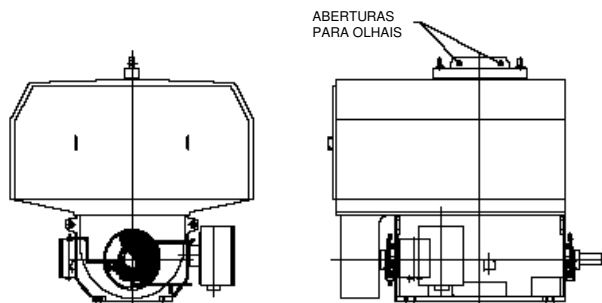



Fig. 1 – Aberturas para olhais de elevação na unidade Pegasus de 2 ou 4 pólos.

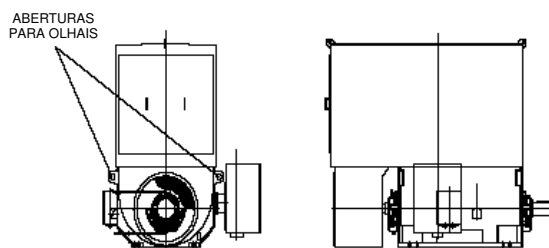



Fig. 2 – Aberturas para olhais de elevação na unidade Pegasus de 6 pólos.

***ATENÇÃO**: OS OLHAIS DE ELEVAÇÃO EXISTENTES NA CARCAÇA DESTINAM-SE EXCLUSIVAMENTE AO IÇAMENTO DO EQUIPAMENTO. NÃO OS UTILIZE PARA ERGUER EQUIPAMENTOS CONECTADOS, TAIS COMO BOMBAS, COMPRESSORES, REDUTORES OU OUTROS DISPOSITIVOS. NÃO USE OS OLHAIS PARA IÇAR O EQUIPAMENTO MONTADO EM UMA BASE COMUM. PASSE CINTAS PELA BASE OU UTILIZE OUTROS MEIOS DE ELEVAÇÃO EXISTENTES NESSA BASE. NO CASO DE CARGAS DESBALANCEADAS (TAIS COMO ACOPLAMENTOS OU OUTROS DISPOSITIVOS), CINTAS ADICIONAIS OU OUTROS MEIOS DEVEM SER USADOS PARA EVITAR A SUA INCLINAÇÃO.*
A NÃO OBSERVAÇÃO DESTES CUIDADOS PODERÁ RESULTAR EM DANOS AO EQUIPAMENTO, LESÕES AO PESSOAL, OU AMBOS.

Sempre ice ou mova a unidade com todos os parafusos, porcas e prisioneiros instalados e com a trava do eixo posicionada (apenas para os equipamentos com mancais de luva). Os equipamentos com rolamentos lubrificados por óleo são enviados sem óleo.

 Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Armazenagem

Se, no momento da aquisição, foi definido que o motor deveria ser embalado para ser armazenado por um longo prazo, a embalagem deverá permanecer intacta durante o período de armazenagem.

Se o equipamento não for colocado imediatamente em operação, medidas adequadas deverão ser adotadas para protegê-lo enquanto estiver guardado. Apresentamos as seguintes instruções como uma orientação para a sua armazenagem. Faz-se necessária a observação completa destas instruções para a manutenção da garantia.

Durante a fabricação, testes e preparação para envio, são adotados cuidados básicos na fábrica para evitar a corrosão dos rolamentos e do prolongamento do eixo. O prolongamento do eixo é tratado com uma camada espessa de inibidor de ferrugem. Todos os equipamentos com rolamentos lubrificados por óleo são acionados e testados na fábrica com um óleo inibidor de ferrugem no sistema de lubrificação. Embora os equipamentos sejam enviados sem óleo, uma película inibidora de ferrugem permanece nas superfícies críticas dos rolamentos por até três meses de armazenagem normal. Entretanto, quando o equipamento for recebido, os reservatórios de óleo deverão ser abastecidos até o seu nível correto com óleo inibidor de ferrugem de boa qualidade.

Já os equipamentos lubrificados por graxa têm os seus rolamentos lubrificados na fábrica e estes não precisarão de qualquer outra manutenção preventiva durante o período de armazenagem.

Quando a armazenagem ocorrer em ambientes fechados, limpos e secos, gire o eixo de todos os equipamentos com dois rolamentos a cada três meses para aplicar uma nova película de óleo nos rolamentos ou para modificar a posição do elemento sob carga.

Não se recomenda a armazenagem em ambientes abertos. Além de todas as possibilidades de condições climáticas, condições de montagem, condições ambientais, etc., que poderão afetar um equipamento parado, variações de temperatura e de umidade podem provocar condensação no interior da unidade, produzindo ferrugem e corrosão nas peças metálicas, bem como a deterioração do isolamento elétrico. Se a armazenagem em ambiente aberto não puder ser evitada, contate a fábrica por meio do escritório General Electric mais próximo, fornecendo informações completas sobre as circunstâncias e explicando as medidas necessárias para a proteção do equipamento. A proteção incorreta do equipamento poderá anular a sua garantia.

O local de armazenagem deverá proporcionar proteção contra chuva, granizo, neve, ventos ou impureza, acúmulo de água, gases corrosivos e infestação de vermes ou insetos. Deverá ser evitada, também, a vibração contínua ou intermitente, mas forte, do solo. Deverá haver alimentação elétrica para aquecedores e iluminação. Também deverá haver um sistema de detecção e um plano de combate a incêndios. Os equipamentos não deverão ser armazenados em um local em que estejam sujeitos a danos acidentais ou expostos a respingos de solda, gases de escapamento ou impureza. Se necessário, instale as proteções adequadas ou construa paredes de separação para proporcionar a proteção adequada. Evite a armazenagem em um ambiente cuja atmosfera contenha gases corrosivos, especialmente cloro, dióxido de enxofre e óxidos nitrosos.

O equipamento armazenado deverá estar protegido contra a condensação da umidade nos enrolamentos e outros pontos críticos. Para evitar a condensação, energize os aquecedores do ambiente aonde se encontra o equipamento para manter a sua temperatura pelo menos 3^{o}C acima da temperatura ambiente. Durante os períodos de frio intenso ou de rápido declínio da temperatura, os aquecedores de ambiente podem não ser adequados para manter esse diferencial de temperatura. Assim, o aquecimento adicional e seguro do ambiente poderá ser necessário.

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

O equipamento armazenado deve ser examinado periodicamente e os registros de inspeção, devidamente arquivados. Os seguintes testes e inspeções foram concebidos para revelar, sem demora, a deterioração ou a falha dos sistemas de proteção (carcaça, revestimentos e controle de temperatura) do equipamento. Verifique se o local de armazenagem está de acordo com os critérios acima indicados e examine o equipamento quanto a:

1. Danos físicos.

2. Limpeza.

3. Sinais de condensação.

4. Integridade dos revestimentos de proteção.

5. Condição da pintura - descoloração.

6. Sinais de atividade de vermes ou insetos.

7. Operação adequada dos aquecedores de ambiente. Recomenda-se a instalação de um sistema de alarme que indique falha na alimentação elétrica dos aquecedores. Os alarmes deverão ser verificados imediatamente.

8. Anote a temperatura ambiente e a umidade relativa adjacente ao equipamento, a temperatura do enrolamento (utilizando os RTD's), a resistência do isolamento e o índice de polarização. Consulte a seção Resistência do Isolamento, na página 15, para obter informações sobre a determinação da resistência do isolamento e do índice de polarização.

A experiência nos mostra que as precauções adequadas tomadas durante a armazenagem evitarão a cara deterioração das peças e os demorados procedimentos de manutenção durante a instalação e posta-em-marcha da unidade.

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Instalação

Local

A localização do equipamento a ser conectado ao motor determina a posição do motor. Motores e geradores, entretanto, requerem grandes volumes de ar limpo para resfriamento e esses equipamentos possuem requisitos ambientais que deverão ser considerados, tais como:

1. Local limpo e bem ventilado.

2. A carenagem do equipamento deverá ser consistente com o local e as condições do ambiente.

3. Se o local não for relativamente livre de pó e partículas, o equipamento deverá ter filtros de ar ou, em situações mais graves, a unidade deverá ser enclausurada.

4. Outros equipamentos, paredes, edificações, etc. não deverão restringir a ventilação da unidade ou bloquear a recirculação do ar.

5. Espaço adequado ao redor do equipamento para a sua manutenção normal.

6. Espaço adequado acima da unidade para permitir a remoção da tampa superior.

7. Ambiente livre de gases e líquidos corrosivos (ácidos e bases).

ATENÇÃO: *A INSTALAÇÃO DO EQUIPAMENTO NA PRESENÇA DE GASES E/OU PÓS INFLAMÁVEIS, COMBUSTÍVEIS OU PERIGOSOS QUE CONSTITUEM POSSIBILIDADE DE EXPLOSÃO OU INCÊNDIO DEVERÁ SER REALIZADA DE ACORDO COM OS ARTIGOS 500-503 DAS NORMAS ELÉTRICAS VIGENTES E DE ACORDO COM AS BOAS PRÁTICAS LOCAIS. É NECESSÁRIO MUITO CUIDADO COM OS EQUIPAMENTOS FORNECIDOS COM ANEL COLETOR, CARCAÇA, ACESSÓRIOS OU CAIXA DE LIGAÇÃO À PROVA DE IGNIÇÃO POR PÓ EM SUSPENSÃO, POIS QUAISQUER MOSSAS OU REBARBAS DURANTE A DESMONTAGEM OU MONTAGEM PODEM DESTRUIR A PROTEÇÃO CONTRA IGNIÇÃO POR PÓ EM SUSPENSÃO.*
CASO HAJA PÓ OU MATERIAL COMBUSTÍVEL, A TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DOS AQUECEDORES DE AMBIENTE, CASO SEJAM FORNECIDOS, NÃO DEVERÁ EXCEDER 80 POR CENTO DA TEMPERATURA DE IGNIÇÃO. CONSULTE A FÁBRICA PARA OBTER INFORMAÇÕES SOBRE A TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE. NÃO DEVERÁ SER PERMITIDO O ACÚMULO DE PÓ E/OU MATERIAL AO REDOR DA SUPERFÍCIE DOS AQUECEDORES DE AMBIENTE.
A NÃO OBSERVAÇÃO DESTES CUIDADOS PODERÁ RESULTAR EM DANOS AO EQUIPAMENTO, LESÕES AO PESSOAL, OU AMBOS.

Fundação

As dimensões finais do equipamento e a resistência mínima da fundação necessária para sustentar o equipamento de forma adequada encontram-se no escopo do fornecimento. Um desenho certificado do escopo será fornecido pela fábrica quando do recebimento do pedido e as informações acima-indicadas são essenciais para o planejamento e a construção da fundação.

Uma fundação construída corretamente é essencial para garantir o alinhamento vertical e horizontal do equipamento motriz e do equipamento movido, para suportar o peso, resistir ao torque de reação, absorver as forças cíclicas e dinâmicas geradas pelo equipamento movido e para evitar a amplificação da vibração. Como uma fundação adequada é requisito básico para uma operação satisfatória, recomenda-se que seja consultado um especialista em projeto de fundações.

Embora a adequação da fundação seja responsabilidade do proprietário, apresentamos as seguintes sugestões a título de orientação. É preferível uma fundação de concreto a qualquer outro tipo de fundação. Ela deverá ser reforçada conforme a necessidade e deverá prolongar-se para baixo para proporcionar uma fixação firme. A parte superior da fundação deverá ser de aproximadamente uma polegada mais baixa para permitir a cimentação da unidade.

 Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Se a unidade for instalada em um pavimento de aço estrutural ou em um pavimento de uma edificação, os requisitos mínimos de peso e de resistência indicados no desenho do escopo deverão ser satisfeitos. Adicionalmente, deverá ser considerada a dinâmica de todo o sistema estrutural da unidade em relação à base da estrutura.

Fixação

A unidade possui dois pés de fixação, um de cada lado e ao longo de todo o seu comprimento, formados por barras usinadas de aço integradas à carcaça. Quando são usadas capas da fundação ou sapatas, essas barras funcionam como espaçadores entre a fundação e a unidade. Elas também fazem parte da fundação. Assim, se elas forem utilizadas, é importante que estejam firmemente presas à fundação para resistir aos torques aplicados e às forças normais de vibração. Também é imperativo que elas estejam apoiadas uniformemente na fundação e que estejam niveladas.

Posicione a unidade na fundação (por meio das suas sapatas, se forem usadas) com o seu eixo aproximadamente alinhado e a uma distância adequada do eixo do equipamento a ser acoplado. Coloque calços sob os pés para ajustar a altura correta do eixo. Consulte o desenho do escopo para obter informações sobre a posição dos calços, bem como seu tipo e espessura. Quando este alinhamento preliminar estiver concluído, instale os prisioneiros, mas não os aperte até que o alinhamento final tenha sido executado.

 Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Alinhamento e Acoplamento

Geral

Os equipamentos com rolamentos antifricção são projetados de tal forma que a pista externa do lado oposto ao acionamento seja axialmente presa pelo anteparo da extremidade, permitindo que a pista externa do outro rolamento desloque-se axialmente, possibilitando a dilatação e a contração térmica do rotor em relação ao estator. Como um rolamento está preso, a unidade não apresenta qualquer folga no eixo do rotor. O eixo não pode suportar qualquer carga externa exceto aquela especificada no projeto e considerada no sistema de rolamentos. Recomenda-se a utilização de um acoplamento que permita o movimento axial independente do eixo do equipamento acionado em relação ao eixo do motor, como um acoplamento do tipo eixo estriado (ou outro tipo axialmente independente) em todas as unidades equipadas com rolamentos antifricção.

Alinhamento Paralelo e Angular de Acoplamentos Flexíveis

Os acoplamentos flexíveis não deverão ser usados para compensar um alinhamento inicial incorreto das duas metades do elemento de acoplamento. Consulte as instruções fornecidas pelo fabricante do acoplamento flexível. As peças do acoplamento, tais como: pinos, elos, amortecedores e espaçadores, deverão ser removidas (dependendo do tipo de acoplamento) e as luvas deverão ser axialmente deslocadas sobre o eixo para expor as partes ativas das metades do acoplamento. O espaçamento entre as metades do acoplamento deverá ser aquela recomendada pelo fabricante do acoplamento.

O alinhamento paralelo e angular das duas metades do acoplamento deverá ser realizado utilizando os procedimentos descritos a seguir, desde que esses procedimentos não entrem em conflito com as especificações dadas pelo fabricante do acoplamento. Se uma superfície vertical e usinada não estiver acessível em uma ou em ambas as metades do acoplamento, calibres de laminas ou blocos-padrão poderão ser substituídos por dois relógios comparadores para a verificação do alinhamento angular. As duas metades do acoplamento deverão estar alinhadas entre um paralelismo de 0,001 polegada e um desalinhamento angular de 0,0015 polegada. Após alinhar as metades do acoplamento flexível, o acoplamento deverá ser lubrificado e montado de acordo com as instruções do fabricante do acoplamento.

Alinhamento Paralelo de Acoplamentos Flexíveis

Posicione o motor ou gerador na fundação com o plano horizontal dos seus pés, como foi anteriormente discutido no item Fixação. Posicione o motor axialmente em relação ao equipamento conforme descrito na seção “Instalação”. Instale um relógio comparador em uma metade do acoplamento com a extremidade apalpadora na superfície usinada da circunferência da outra metade do acoplamento. Veja a Fig. 1.

“Zere” o relógio comparador. Marque, de forma legível, a posição da extremidade apalpadora. Gire cada um dos dois eixos em intervalos de 90 graus, lendo e anotando as medições obtidas quando a extremidade apalpadora estiver nas posições angulares de 3, 6, 9 e 12 horas. A extremidade apalpadora deverá ser posicionada sobre a respectiva marca para cada leitura.

Ajuste a posição do eixo de tal forma que a diferença entre as duas leituras laterais (3 e 9 horas) e entre as leituras superior e inferior (12 e 6 horas) seja menor do que 0,001 polegadas. Isso poderá requerer várias interações. As diferenças das medidas laterais (3 e 9 horas) são corrigidas por meio do movimento lateral da unidade. As diferenças das medidas verticais (12 e 6 horas) são corrigidas adicionando-se ou retirando-se calços dos pés de fixação. A posição correta dos calços encontra-se no desenho do escopo. Observe que a quantidade total de calços em um determinado conjunto

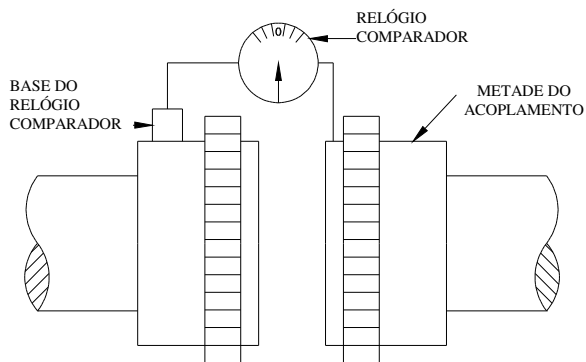



Fig. 1. Disposição do relógio comparador para verificação do alinhamento paralelo

sob qualquer um dos pés não deverá exceder cinco, pois muitos calços podem criar uma “almofada” sob esse pé. Essa condição pode causar problemas dinâmicos.

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Orifícios cônicos e passantes encontram-se nos pés do motor ou gerador para a instalação de parafusos de elevação para auxiliar o alinhamento. Observe que os parafusos de elevação não deverão ser usados para apoio permanente.

Alinhamento Angular de Acoplamentos Flexíveis

Separe, axialmente, as metades do acoplamento até a sua distância máxima. Instale um relógio comparador em uma metade do acoplamento, posicionando a sua extremidade apalpadora contra a superfície vertical e usinada da outra metade do acoplamento. Instale um segundo relógio comparador a 180 graus do primeiro. Consulte a Fig. 2. Faça uma marca legível da posição da extremidade apalpadora.

“Zere” os dois relógios comparadores. A seguir, com cada acoplamento separado ao máximo, gire as duas metades do acoplamento em intervalos de 90 graus. Leia e anote cada medição nas posições angulares de 3, 6, 9 e 12 horas do eixo. Os dois relógios comparadores, separados em 180 graus, são usados para corrigir um possível deslocamento axial de um eixo em relação ao outro. Use a diferença nas leituras dos dois relógios comparadores para determinar o desalinhamento angular entre as duas metades do acoplamento. Adicione ou remova calços sob os pés, conforme seja necessário, para corrigir o desalinhamento no plano vertical. Um movimento angular lateral da unidade é necessário para corrigir o desalinhamento no plano horizontal. Continue com o procedimento de alinhamento angular até que o desalinhamento angular não exceda 0,0015 polegada. Isso poderá requerer várias interações.

Fig. 2 Disposição dos relógios comparadores para verificação do alinhamento angular.

 Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Fiação Elétrica e Aterramento

***ATENÇÃO**: A FIAÇÃO DO MOTOR E DE CONTROLE, A PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGAS E O ATERRAMENTO DEVERÃO ESTAR DE ACORDO COM AS NORMAS ELÉTRICAS VIGENTES E COM AS BOAS PRÁTICAS LOCAIS.*
A NÃO OBSERVAÇÃO DESTES CUIDADOS PODERÁ RESULTAR EM DANOS AO EQUIPAMENTO, LESÕES AO PESSOAL, OU AMBOS.

Conexões elétricas

O enrolamento do estator é ligado à caixa de terminais elétricos. As conexões com o enrolamento do estator deverão ser feitas de acordo com o diagrama elétrico do estator para o equipamento ou de acordo com o diagrama existente na placa de identificação principal. O estator foi fabricado para produzir uma rotação no sentido horário, olhando-se o lado oposto ao acionamento, e quando a seqüência de fases da tensão aplicada for T1, T2 e T3 (ou seja, quando as fases da tensão fornecida atingirem o máximo positivo nessa seqüência). O sentido da rotação poderá ser alterado invertendo-se quaisquer das duas conexões. Entretanto, o equipamento sempre deverá girar no sentido horário, visto desde o lado oposto ao acionamento; exceto se o equipamento foi especificamente vendido para rotação invertida ou dupla, uma vez que os ventiladores ou outros acessórios podem ser direcionais. Equipamentos fornecidos com apenas um sentido de rotação possuem uma seta indicadora de direção no lado do acionamento. Se o proprietário quiser acionar o motor no sentido contrário ao da rotação básica, ele deverá consultar a fábrica por meio do escritório General Electric mais próximo.

Antes que quaisquer conexões elétricas sejam feitas entre o equipamento e a rede elétrica ou cabo de alimentação de acessórios, recomenda-se verificar a resistência do isolamento do enrolamento para determinar se o enrolamento está suficientemente seco para uma operação segura. Consulte a seção "Resistência do Isolamento" na página 15. Essa verificação evitará a posterior desmontagem das conexões elétricas.

Os fios do enrolamento do estator possuem terminais aparafusados para fixação nos respectivos conectores do cabo da rede elétrica. As conexões aparafusadas deverão ser devidamente isoladas entre fases e com o aterramento.

O enrolamento do rotor de motores de indução possui terminais nos anéis coletores. Conexões externas com as escovas deverão ser feitas de acordo com o diagrama elétrico do rotor para o equipamento ou de acordo com o diagrama existente na parte interna da tampa do coletor. A corrente do enrolamento do rotor, expressa em potência com os anéis coletores em curto (ou seja, sem impedância externa no circuito do rotor), é indicada na placa de identificação como Corrente Secundária. A tensão entre anéis do enrolamento do rotor com o rotor travado é indicada na placa de identificação do motor como Tensão Secundária. Observe que o equipamento não deverá ser conectado para efetuar a frenagem do motor, ou por outras razões, por meio de controle externo, exceto se foi adquirida com essa característica. Essa conexão dobrará o valor da tensão entre anéis indicada na placa de identificação. Dessa forma, o isolamento do rotor deverá ser projetado para essa condição superior. Perguntas referentes a este tema deverão ser encaminhadas ao escritório General Electric mais próximo. Deve-se tomar cuidado para que o isolamento com silício não seja usado para os condutores secundários. Uma pequena quantidade de silício nessa área acelerará significativamente o desgaste das escovas.

Conexões de acessórios

Dependendo dos equipamentos específicos fornecidos (consulte o escopo na placa de identificação), o equipamento poderá incluir qualquer um dos seguintes acessórios:

- Detectores de temperatura por meio de resistência do enrolamento do estator, 2 por fase.
- Detectores de temperatura por meio de resistência do rolamento.
- Termopares de cobre-constantan do rolamento.
- Capacidade de leitura da temperatura do rolamento

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

- Alarme de temperatura do rolamento com contato de desligamento.

- Aquecedores de ambiente, com temperatura máxima da superfície de 220°C ou 120°C.

- Termostato do enrolamento do estator.

- Aquecedores para o reservatório de óleo do rolamento. Pressostato para direcionar a pressão excessiva para os filtros de ar.

- Sensor de proximidade para detecção de vibração do eixo com ou sem proxímetros (apenas nos mancais de luva).

- Sensor de vibração por velocidade do anteparo da extremidade (somente nos rolamentos antifricção) com alarme luminoso e contatos.

Quando fornecidos, todos os acessórios mencionados terão conexões na caixa de terminais de acessórios, exceto pelo sensor de vibração sísmica que possui o seu próprio terminal para contatos no dispositivo localizado no anteparo da extremidade.

Para todos os acessórios com conexões na caixa de terminais de acessórios, haverá um Diagrama Elétrico e um Diagrama de Ligação de Acessórios na parte interna da tampa da caixa de terminais de acessórios. Esta tampa com vedação deverá ser mantida fechada para evitar a entrada de umidade, poeira e partículas condutoras. A tampa com vedação também deverá ser mantida fechada para segurança elétrica, exceto quando for necessário realizar alguma atividade no interior da caixa.

Aterramento

Duas placas de aço inoxidável para aterramento encontram-se na carcaça. Uma em cada extremidade, junto ao pé. Há um par de orifícios passantes e fechados, com espaçamento NEMA e tamanho 1/2-13, em cada placa de aterramento. Há uma placa de aço inoxidável adicional no interior da caixa de terminais elétricos, na região da junção entre a caixa de terminais elétricos e a carcaça. Essas placas são usadas para a conexão dos cabos de aterramento, da blindagem do cabo, etc., conforme seja necessário. Essas placas de aterramento também são perfuradas e fechadas conforme descrito anteriormente. O equipamento deverá ser aterrado de acordo com as normas elétricas vigentes e com as boas práticas locais.

 Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Operação

Tensão e Freqüência de Operação

Variações na tensão e freqüência aplicada ao estator em relação aos valores nominais indicados na placa de identificação do equipamento resultarão em variações no seu desempenho. O torque, a eficiência, o fator de potência, a geração de calor e a corrente do estator sofrerão alterações. Adicionalmente, os níveis de ruído e vibração também serão modificados. O torque varia com o quadrado da tensão; assim, uma queda de 10% na tensão, reduzirá o torque em 19%. Para um melhor desempenho operacional, os valores nominais de tensão e freqüência deverão ser mantidos.

O equipamento funcionará corretamente nas condições de operação e com a carga especificada, desde que as variações na tensão e na freqüência obedeçam aos limites apresentados abaixo:

1. Mais ou menos 10% da tensão nominal, na freqüência nominal.

2. Mais ou menos 5% da freqüência nominal, na tensão nominal.

3. Uma combinação de variação na tensão e na freqüência de 10% (soma dos valores absolutos) dos valores nominais, desde que a variação na freqüência não exceda mais ou menos 5% do seu valor nominal.

O desempenho do equipamento com essas variações de tensão e freqüência não estará de acordo com os valores estabelecidos para a sua operação na tensão e freqüência nominais indicadas na placa de identificação.

Equilíbrio na Tensão entre Linhas

Equipamentos polifásicos são sensíveis a desbalanceamentos nas tensões aplicadas nas linhas. Caso haja um desbalanceamento na tensão aplicada na linha, ocorrerá um desbalanceamento na corrente elétrica das fases. Em geral, esse desbalanceamento na corrente será significativo. Por exemplo, a corrente de rotor travado será desequilibrada com a mesma porcentagem da tensão, mas em rotação de operação, o desbalanceamento da corrente terá de 6 a 10 vezes o desbalanceamento percentual da tensão. O Desbalanceamento Percentual da Tensão é definido da seguinte forma:

$$\text{Porcentual Desbalanceamento da Tensão} = \frac{\text{Derivação Máxima da Tensão}}{\text{Tensão Média}} \times 100$$

Em que a Tensão Média é a média aritmética das três tensões das linhas, e a Derivação Máxima da Tensão é o maior desvio das tensões das linhas em relação à média.

As tensões das linhas desequilibradas resultam na produção de correntes com seqüência negativa no equipamento que gera campos que giram no sentido contrário ao do campo normal. Isso resulta em um aumento da corrente, das perdas e da geração de calor, com redução do torque, eficiência e fator de potência. Dessa forma, as tensões das linhas devem ser as mais equilibradas possíveis, conforme a leitura de um voltímetro.

Caso haja um desbalanceamento nas tensões das linhas, o equipamento poderá ser danificado e deverá ter as suas características reduzidas de acordo com a Figura 20-2 da Norma MG-20.55, da NEMA, para diminuir a possibilidade de tais danos. Os fatores de redução, para vários valores de desbalanceamento das tensões das linhas, são apresentados abaixo.

Desbalanceamento Percentual da Tensão	1	2	3	4	5
Fator de Operação	0,99	0,95	0,89	0,82	0,75

Adicionalmente, a escolha e a regulagem do dispositivo de proteção contra sobrecargas do equipamento deverão considerar o fator de redução e o aumento na corrente, resultante do desbalanceamento das tensões das linhas. Trata-se de um procedimento difícil que deverá ser realizado por uma pessoa familiarizada com a regulagem de dispositivos de proteção para proteger o equipamento adequadamente. Caso seja necessária assistência, recomenda-se contatar o escritório General Electric mais próximo.

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Resistência do isolamento

***ATENÇÃO:** ANTES DE MEDIR A RESISTÊNCIA DO ISOLAMENTO, O EQUIPAMENTO DEVERÁ ESTAR PARADO E TODOS OS ENROLAMENTOS A SEREM TESTADOS DEVERÃO ESTAR CONECTADOS À CARCAÇA E AO ATERRAMENTO DURANTE ALGUM TEMPO PARA A REMOÇÃO DE TODA A CARGA ELETROSTÁTICA RESIDUAL.*
ATERRE OS CAPACITORES DE SURTO, CASO TENHAM SIDO FORNECIDOS, ANTES DE DESCONECTÁ-LOS E ISOLE-OS DA ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA ANTES DE MEDIR A RESISTÊNCIA DO ISOLAMENTO.
A NÃO OBSERVAÇÃO DESTES CUIDADOS PODERÁ RESULTAR EM LESÕES AO PESSOAL.

A resistência do isolamento é determinada aplicando-se uma tensão CC, normalmente 500 ou 1000 volts, por meio do isolamento, medindo-se o fluxo da corrente após a aplicação da tensão durante um período de tempo específico para, posteriormente, identificar a relação tensão-corrente. Como o fluxo de corrente é baixo, o valor da resistência será elevado se a unidade ohms for utilizada. Assim sendo, será muito mais prático adotar megaohms como a unidade de medida da resistência.

Os seguintes fatores afetam a resistência do isolamento:

1. Umidade
2. Limpeza da superfície do isolamento
3. Temperatura
4. Tempo de aplicação da tensão CC de teste
5. Magnitude da tensão CC aplicada no teste

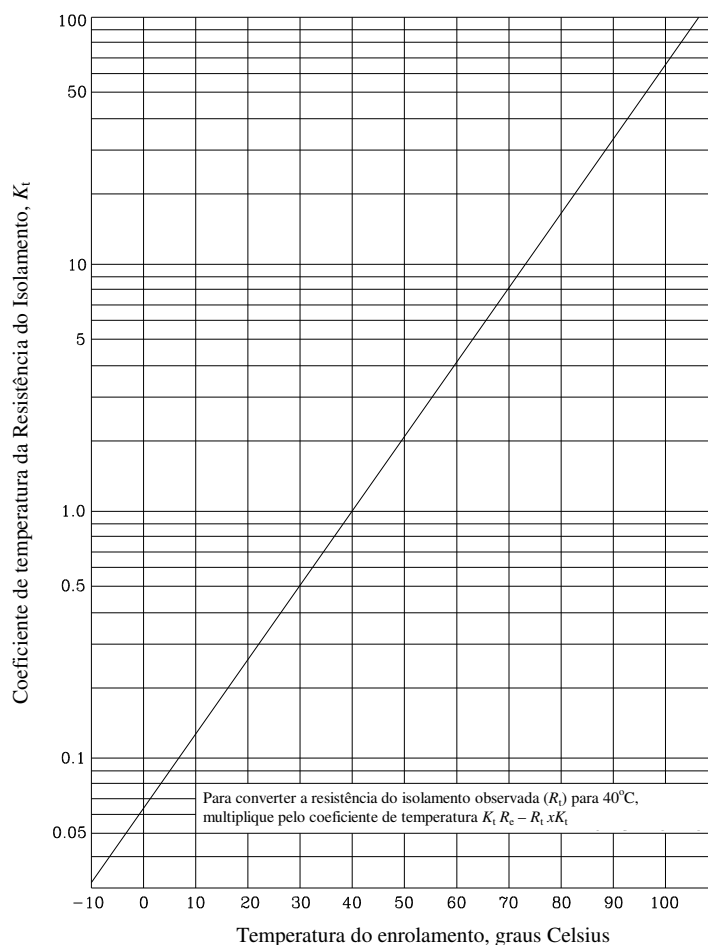



Fig. 1. Curva do fator de correção da temperatura

 Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

A magnitude da tensão CC aplicada no teste afetará levemente o valor da resistência do isolamento e a utilização de um megaohmímetro de 500 ou 1000 volts para os enrolamentos do estator (e um megaohmímetro de 500 V para os enrolamentos do rotor) é adequada para os equipamentos descritos neste Manual de Instruções. As condições ambientais de umidade e a limpeza da superfície, juntamente com a temperatura ambiente, influenciam significativamente o valor da resistência do isolamento. O isolamento deverá estar limpo e seco e o valor medido deverá ser corrigido para 40 ^{o}C. Esse valor será, então, comparado com os critérios mínimos de aceitação. A umidade e a sujeira reduzirão a resistência do isolamento e tais condições deverão ser corrigidas para aumentar o valor da resistência.

A resistência de isolamento de um enrolamento medida por um megaohmímetro de 500 ou 1000 V, com o teste aplicado por 1 minuto, não deverá ser menor que:

$$R = KV + 1$$

sendo: R = Resistência do Isolamento em megahoms, corrigida para a base de 40^{o}C

KV = tensão nominal do enrolamento em kV

Para converter a leitura da resistência do isolamento obtida no megaohmímetro, R_t, tomada à temperatura ambiente do enrolamento em graus Celsius, para R, faça a seguinte conversão.

$$R = K_t R_t$$

O fator de correção da temperatura, K_t, pode ser determinado para qualquer enrolamento específico ou uma aproximação adequada poderá ser utilizada. Ambos os métodos serão descritos.

Para determinar o fator de correção da temperatura para um enrolamento específico, faça várias medições (pelo menos cinco) com várias temperaturas diferentes, todas elas acima do ponto de orvalho. A seguir, faça um gráfico com os resultados, o valor da resistência do isolamento em uma escala logarítmica e a temperatura do enrolamento em uma escala linear. Os resultados deverão apresentar-se segundo uma linha reta, a partir da qual poderá ser determinado o valor da resistência do isolamento para 40^{o}C.

Um método mais comum, com precisão razoável, é usar a curva, Fig. 1, para determinar K_t como função da temperatura do enrolamento no momento da medição. Ela baseia-se em dobrar a resistência do isolamento para cada redução de 10^{o}C na temperatura, para condições acima do ponto de orvalho. Este método é considerado adequado para novos enrolamentos.

O índice de polarização é freqüentemente útil na avaliação da limpeza e da ausência de umidade no enrolamento. O índice de polarização é uma medida da variação da resistência do isolamento com o tempo de realização do teste. Ele é realizado utilizando-se um megaohmímetro por 10 minutos e determinando-se a resistência do isolamento após 1 minuto e 10 minutos. O índice de polarização retrata a proporção entre a leitura da resistência do isolamento feita aos 10 minutos e a leitura feita após 1 minuto, sendo que ambos os valores foram corrigidos para a base de 10^{o}C. Enrolamentos limpos e secos devem apresentar um índice de polarização igual ou maior que 2.

Cada enrolamento de cada unidade terá o seu próprio histórico de resistência do isolamento que é inerente a cada um. Recomenda-se que a resistência do isolamento seja medida e registrada pelo menos a cada seis meses e, se for possível, mais freqüentemente, e que o índice de polarização seja medido e registrado pelo menos uma vez ao ano. Esta informação acumulada proporcionará um banco de dados que será útil para o gerenciamento da manutenção preventiva.

Recomendamos a consulta à **Norma 43, da IEEE, "Práticas Recomendadas para Teste da Resistência do Isolamento de Máquinas Rotativas"**, para uma discussão mais completa da Resistência do Isolamento.

Inspeção antes da posta-em-marcha

Antes de acionar o equipamento pela primeira vez, deverá ser realizada uma inspeção antes da sua posta-em-marcha. A seguir encontram-se alguns dos itens que são freqüentemente negligenciados.

1. Meça a resistência do isolamento dos enrolamentos. Para equipamentos localizados em, ou próximos a, ambientes com ar salino ou outros materiais corrosivos, também deverá ser feita a determinação do índice de polarização.

2. Verifique se a tensão e a freqüência correspondem aos valores indicados na placa de identificação.

3. Verifique se a seqüência de fases da tensão aplicada está correta para o sentido de rotação desejado. Verifique se o sentido de rotação desejado corresponde ao indicado na placa de identificação.

4. Para unidades totalmente enclausuradas e refrigeradas a água, verifique se a temperatura da água de arrefecimento não excede o valor indicado na placa de identificação.

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

5. O lubrificante utilizado deverá estar de acordo com a placa de identificação e este manual de instruções.

6. Verifique se os alojamentos dos rolamentos de equipamentos que utilizam rolamentos auto-lubrificantes foram abastecidos até o nível correto.

7. O fluxo de óleo em cada alojamento de rolamento nos equipamentos com lubrificação forçada ou por banho deverá ser ajustado de tal forma que o nível de óleo em cada alojamento seja mantido.

8. Todos os acessórios deverão estar conectados e operacionais.

9. Todos os dispositivos de proteção e controle deverão estar conectados e operacionais.

10. Os prisioneiros da unidade deverão estar totalmente apertados e os pés, chumbados.

11. O alinhamento do acoplamento deverá estar de acordo com as instruções anteriormente apresentadas.

12. O interior da carcaça do motor, tampa superior, caixas de terminais e alojamentos de ventiladores (unidades Totalmente Enclausuradas e Refrigeradas a Ar) deverão estar livres de ferramentas, resíduos ou quaisquer materiais estranhos.

13. O espaço interno da unidade deverá estar livre de materiais estranhos.

14. As proteções deverão estar instaladas para proteger o pessoal contra partes móveis, tais como acoplamentos, etc.

15. Paredes, anteparos, outros equipamentos, proteções de acoplamentos, etc., não deverão obstruir a passagem de ar necessária à ventilação adequada da unidade.

16. Qualquer condição de carga do equipamento acionado que contribua para aumentar o seu torque de carga em baixa rotação deverá ser compatibilizada com o torque de partida especificado para o motor (ou seja, se for necessário partir o equipamento acionado sem carga para atender à especificação do torque na partida do motor, a seguir verifique se o equipamento acionado está devidamente sem carga).

17. Todas as tampas deverão estar instaladas e devidamente fixadas. As tampas da caixa de conexões elétricas e da caixa de terminais de acessórios deverão estar devidamente fechadas.

Teste de operação inicial

A corrente de partida de um motor corresponde a várias vezes a sua corrente nominal. Essa corrente de partida faz com que os enrolamentos aqueçam a uma velocidade muito maior do que o normal e faz com que as forças magnéticas na extremidade girem muito mais do que o normal. A seção “Freqüência das Partidas e Inércia da Carga” deve ser lida, pois o usuário também poderá considerar a inspeção e o ajuste de alguns dos dispositivos de proteção e controle nessa ocasião. **As limitações na partida deverão ser sempre observadas para evitar que danos ocorram ao equipamento.**

Após verificar se o equipamento e o resto do sistema estão prontos para a operação, uma partida inicial controlada deverá ser feita e um teste realizado para confirmar que a unidade foi devidamente instalada e que esteja operacional. Para esse teste, recomenda-se que várias pessoas estejam devidamente posicionadas para poder observar quaisquer problemas. A seguir, encontram-se os passos mínimos a serem adotados no teste inicial. **Nota: o equipamento deverá ser imediatamente desligado caso ocorra qualquer problema**.

1. Caso exista (consulte o Desenho do Escopo), acione o sistema de lubrificação auxiliar e verifique os fluxos de óleo. Examine, também, o intertravamento para garantir que a unidade não funcione a menos que o sistema de lubrificação esteja funcionando e se a unidade desliga em caso de perda de lubrificação.

2. Acione a unidade. (No caso de um gerador, dê a partida com o motor acionador).

3. Observe qualquer ruído incomum durante a aceleração e o funcionamento.

Apenas para unidades com rolamentos lubrificados por óleo.

4. Observe o fluxo do óleo e/ou a ação do anel de óleo em cada rolamento.

5. Verifique se o motor gira no centro magnético.

6. Observe e anote a temperatura de cada rolamento e a sua velocidade de aumento. Inicialmente, as temperaturas subirão rapidamente e depois se estabilizarão.

NOTA: As temperaturas dos rolamentos não deverão exceder 95^{o}C para um mancal tipo luva.

 Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

7. Observe a temperatura dos enrolamentos (há Detectores de Temperatura por Resistência (RTD's) em todas as unidades). Em nenhuma hipótese, os enrolamentos poderão exceder a soma da velocidade de aumento indicada na placa de identificação com a temperatura ambiente máxima do projeto.

8. Determine se a amplitude da vibração não é excessiva (consulte a seção "Vibração" neste documento). O desalinhamento deverá ser o primeiro item a ser verificado, caso haja uma vibração inaceitável.

9. Verifique se todos os acessórios fornecidos com o equipamento estão funcionando normalmente e se estão operando de forma consistente com a carga no equipamento e no sistema.

10. Verifique se todos os dispositivos de proteção e controle estão funcionando normalmente e se estão operando de forma consistente com a carga no equipamento e no sistema.

11. A unidade deverá ser acionada e totalmente inspecionada por um prazo não inferior a duas horas, e deverá estar livre de quaisquer problemas antes de ser considerada liberada para operação normal.

12. Como foi mencionado anteriormente, **a unidade deverá ser imediatamente desligada caso ocorra qualquer problema**. Caso ocorra qualquer problema, a sua causa deverá ser determinada e corrigida e o teste de operação inicial deverá ser repetido.

Vibração

Os motores e geradores General Electric cobertos por este Manual de Instruções, são balanceados na fábrica, de acordo com as Normas MG 1-20.52 e MG 1-20.53, da NEMA, para que se encontrem dentro dos seguintes limites (salvo outra indicação constante do contrato de venda).

Tabela 1 – Limites da Vibração Não-Filtrada do Alojamento do Rolamento

Rotação (rpm)	Velocidade (polegadas/segundo de pico)
3600	0,12
1800	0,12
1200	0,12
900	0,12
720	0,072
600	0,064

As medições da amplitude da vibração são realizadas no alojamento do rolamento e tomadas nos sentidos vertical, horizontal e axial.

Tabela 2 – Limites do deslocamento máximo relativo não-filtrado do eixo.

Rotação (rpm)	Deslocamento Máximo Relativo do Eixo (polegadas pico-a-pico)
1801 - 3600	0,0028
< 1800	0,0035

Se a metade do acoplamento do usuário for enviada à fábrica para ser instalada no prolongamento do eixo do equipamento, o rotor é balanceado com a metade do acoplamento instalada. Caso contrário, o rotor é balanceado com uma meia-chaveta (ou seja, o rasgo da chaveta recebe uma barra de aço com o mesmo comprimento da chaveta indicada no desenho do escopo e rente ao topo do rasgo da chaveta). A chaveta fornecida com as unidades com rotações iguais ou superiores a 1500 rpm é uma chaveta inteiriça com um prolongamento de meia-chaveta com três polegadas de comprimido em uma das extremidades. Para manter o balanceamento da fábrica, corte a chaveta como segue. Consulte a Fig. 5.

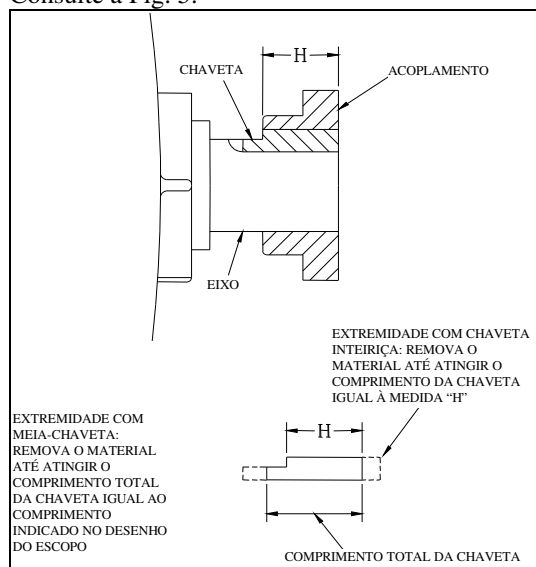



Fig. 5. Alinhamento da chaveta.

1. Meça o comprimento da metade do acoplamento (H) e corte a chaveta inteiriça de acordo com a medida "H", removendo o excesso de material do lado da chaveta inteiriça.
2. Corte a meia-chaveta de tal forma que o comprimento total da chaveta seja igual ao

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

comprimento da chaveta apresentado no desenho do escopo.

3. A chaveta inteiriça deve ocupar o espaço do rasgo da chaveta no acoplamento. A meia-chaveta deve ocupar o espaço do rasgo da chaveta no eixo.

ATENÇÃO: *PARA EVITAR ESFORÇOS EXCESSIVOS NA CHAVETA, O COMPRIMENTO MÁXIMO DA MEIA-CHAVETA NÃO DEVERÁ EXCEDER 3,0 POLEGADAS.*
A NÃO OBSERVAÇÃO DESTA RECOMENDAÇÃO PODERÁ PROVOCAR DANOS AO EQUIPAMENTO OU LESÕES AO PESSOAL, OU AMBOS.

A fundação deverá ser construída de acordo com as especificações apresentadas na seção “Fundação” na página 8. Se a unidade foi devidamente alinhada, a amplitude da vibração do motor instalado deverá estar de acordo com a tabela acima. Se as amplitudes da vibração forem significativamente maiores do que esses valores, será necessário revisar as instruções anteriormente apresentadas. O desalinhamento é a causa mais provável de vibrações excessivas. Outras causas possíveis são o excesso de calços sob um ou mais pés, prisioneiros soltos ou uma fundação inadequada. Não deverão ser desconsideradas as contribuições do equipamento acionado às vibrações.

Não opere um equipamento com vibração excessiva. Se a causa não puder ser encontrada e corrigida, contate o escritório General Electric mais próximo.

Freqüência das partidas e inércia da carga

Quando um motor é acionado, ele deverá acelerar a inércia rotacional do seu próprio rotor e do equipamento acionado da condição de parada até a rotação nominal. Dessa forma, ele deverá transferir e armazenar uma grande quantidade de energia nas partes rotativas por um curto espaço de tempo. Uma quantidade igual de energia é dissipada nos enrolamentos do rotor durante o mesmo curto período de tempo.

Durante o período da partida, a corrente nos enrolamentos é muitas vezes maior do que o seu valor nominal. Isso faz com que o aquecimento dos enrolamentos ocorra em uma velocidade significativamente maior do que durante a sua operação em rotação nominal. Além disso, como as forças magnéticas são proporcionais ao quadrado da corrente, as forças na extremidade do enrolamento girarão com uma intensidade muito superior do que em uma condição de operação normal.

Por esses motivos, a freqüência das partidas e a magnitude da inércia rotacional da carga acoplada deverão ser limitadas para os motores síncronos de indução com rotor em curto-circuito e para os motores síncronos. Os motores cobertos por este Manual de Instruções (salvo indicação contrária no contrato de venda) estão aptos a acelerar a inércia rotacional do equipamento acionado de acordo com a Norma MG 1-21.42. Os motores são adequados para a seguinte freqüência de partidas:

1. Com o motor inicialmente à temperatura ambiente: duas partidas sucessivas, desacelerando até a parada entre as partidas.

2. Com o motor inicialmente à uma temperatura que não exceda a sua temperatura nominal: uma partida.

Recomenda-se que o número total de partidas realizadas durante a vida útil do equipamento seja controlado, com o objetivo de tentar minimizá-las, uma vez que a vida útil do equipamento é afetada pelo número total de partidas.

Os motores de indução com rotor enrolado têm a capacidade de acelerar elevadas cargas inerciais com corrente limitada no estator mediante o uso de uma resistência externa inserida no circuito do rotor. A característica do motor é alterada ajustando-se a resistência. A maior parte da energia dissipada no circuito do rotor durante a aceleração é dissipada no resistor externo ao motor.

Nível de óleo

Os equipamentos com mancais de luva são fornecidos com um medidor do nível de óleo em cada alojamento de mancal. Consulte a **Instrução sobre Identificação de Peças** deste modelo para localizar o indicador do nível de óleo. Esses indicadores são do tipo visual, podendo ser um visor circular de vidro ou uma coluna.

Com os indicadores visuais de nível, a linha central do visor indica o nível máximo de óleo, enquanto que a sua parte inferior indica o nível mínimo de óleo.

 Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Manutenção - Geral

Geral

O equipamento descrito neste Manual de Instruções foi projetado tendo como objetivo a sua confiabilidade e utilidade. Ele foi construído com materiais de elevada qualidade. Se ele for instalado, operado e mantido de acordo com as instruções deste manual, certamente ele proporcionará muitos anos de operação sem problemas.

Importância de um Programa de Manutenção

A aquisição e instalação de um grande equipamento elétrico constituem um significativo investimento de capital que deve ser protegido por meio de um programa de manutenção. Este programa deverá incluir o equipamento, bem como dispositivos de proteção e controle.

Um programa de manutenção baseia-se em quatro conceitos: (1) limpeza, (2) inspeção periódica, (3) manutenção de registros, e (4) adoção de medidas corretivas oportunas. A inspeção periódica proporciona o sistema e a disciplina para garantir a limpeza da unidade, bem como assegurar que as peças estejam funcionando corretamente. A freqüência das inspeções periódicas poderá alternar de várias por dia, para itens tais como: leitura da temperatura dos enrolamentos (caso não haja um sistema de impressão e/ou um controle de desligamento automático) até uma vez por mês para uma inspeção geral do interior da unidade. A manutenção de registros precisos é necessária para se ter um histórico da unidade e elaborar um procedimento para inspeção e verificação dos vários itens. Caso seja encontrado algum problema, independente se ele for de pequena importância e freqüente, como um problema de limpeza, ou algo mais significativo como níveis elevados de vibração, essa situação deverá ser corrigida o mais rapidamente possível, após se determinar a sua necessidade. Se a unidade precisar de consertos significativos durante a sua vida útil, recomenda-se que tais serviços sejam realizados em uma Assistência Técnica General Electric.

ATENÇÃO: *ANTES DE INICIAR OS PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO, DESCONECTE TODA A ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DOS EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS. PARA OS EQUIPAMENTOS COM CAPACITORES DE SURTO, NÃO TOQUE NOS CAPACITORES ATÉ QUE SEJAM DESCARREGADOS POR UM CONDUTOR QUE ENCOSTE, SIMULTANEAMENTE, EM TODOS OS TERMINAIS E CABOS, INCLUINDO O ATERRAMENTO. ESSE CONDUTOR DE DESCARGA DEVERÁ SER ISOLADO PARA PERMITIR O SEU MANUSEIO.*
SUBSTITUA TODAS AS CONEXÕES DE ATERRAMENTO ANTES DO RETORNO À OPERAÇÃO.
A NÃO OBSERVAÇÃO DESTES CUIDADOS PODERÁ PROVOCAR LESÕES AO PESSOAL.

Importância da Limpeza

A localização do equipamento conectado necessariamente determinará a posição do equipamento motriz. Dessa forma, haverá uma considerável diferença entre as várias aplicações e os diferentes locais. Na maioria das vezes, o tipo de enclausuramento compensará os diferentes ambientes, principalmente em relação às condições de umidade e outras condições climáticas. Entretanto, a preservação da limpeza das aberturas de entrada e saída da ventilação, dos dutos de ar, do enrolamento, dos aquecedores de ambiente, dos blocos de conexão dos acessórios, etc. é essencial.

O ar de ventilação trará contaminantes para as partes ativas de uma unidade refrigerada a ar. Filtros de ar devidamente mantidos reduzirão significativamente a quantidade de partículas no ar, mas não as eliminarão totalmente. Unidades totalmente enclausuradas reduzirão substancialmente, mas não totalmente, a troca de ar externo com o ar interno de recirculação.

Partículas de impurezas, presentes no ar de ventilação, tendem a acumular-se nos dutos de ar e na superfície dos enrolamentos. Este acúmulo terá efeitos adversos, tais como um aumento na temperatura de operação, redução na resistência do isolamento e uma deterioração mais rápida do isolamento. Partículas de

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

impurezas no óleo lubrificante ou na graxa provocarão um desgaste mais rápido dos rolamentos ou mancais, levando à sua falha. Vapores de gases ácidos e alcalinos podem, ao longo do tempo, levar à formação de depósitos corrosivos que também contribuirão para a deterioração do equipamento.

Mantenha o equipamento livre de partículas metálicas, tais como cobre, ferro ou aço. Isso é especialmente importante para o ferro e aço, pois essas partículas se prendem magneticamente e a sua remoção é extremamente difícil. Elas podem ser agitadas pelos campos magnéticos presentes durante a operação e causar atrito e, posteriormente, a falha do isolamento. Se, por qualquer motivo for necessário cortar, perfurar ou usinar materiais ferrosos na proximidade da unidade, esse trabalho deverá ser realizado o mais distante possível. Nessa ocasião, a unidade não deverá estar em funcionamento. Todas as rebarbas ou resíduos deverão ser completamente removidos antes da unidade ser novamente acionada. Os mesmos cuidados devem ser observados no caso de limalhas de cobre ou de outros materiais condutores.

Para a remoção de impurezas e contaminantes da unidade, é preferível a utilização de vácuo no lugar de pressão positiva de ar. A pressão de ar não remove, apenas desloca o material indesejado. Freqüentemente, ela desloca e insere o material nas laterais do isolamento, bem como para dentro de aberturas naturais existentes no interior da unidade. Para a limpeza, deverá ser utilizada a mangueira de sucção de um aspirador de pó industrial. O bocal que entrar em contato com as peças da unidade deverá ter uma secção transversal suficientemente pequena para gerar uma velocidade de ar razoavelmente elevada. Isso é necessário para acelerar e deslocar o material estranho para a mangueira do aspirador.

Freqüência das Inspeções

A freqüência das inspeções variará em função do item a ser examinado e da gravidade das condições locais.

Certos itens, tais como a temperatura dos enrolamentos, a temperatura dos rolamentos e a amplitude das vibrações deverão ser monitorados com base nas condições existentes. Se houver uma provisão local para a leitura ou controle desses parâmetros, e se houver contatos e relês para o desligamento da unidade caso ocorram temperaturas acima das condições normais, então somente será necessário garantir que o dispositivo de proteção esteja operacional e regulado para detectar uma condição anormal. Analogamente, caso não haja qualquer provisão para instalar relês de proteção do enrolamento e dos rolamentos contra o excesso de temperatura, então o programa de manutenção deverá

Item	**Freqüência das Inspeções**	
	Condições Leves	**Condições Pesadas**
Enrolamento do estator (incluindo estruturas de suporte e sustentação, conexões na extremidade da bobina, verificação da resistência do isolamento)	Anualmente	Trimestralmente
Anel da extremidade do rotor (ou espiras da extremidade)	Anualmente	Anualmente
Remoção do rotor (cavidade do rotor e estator)	A cada cinco anos	A cada cinco anos
Núcleo do estator (com o rotor removido)	A cada cinco anos	A cada cinco anos
Inspeção dos rolamentos	A cada três anos	Anualmente
Sistema de lubrificação separado (se houver)	Trimestralmente	Mensalmente

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

requerer que o operador esteja continuamente ciente das temperaturas do enrolamento e dos rolamentos. Isso também se aplica ao equipamento de monitoramento e proteção contra vibrações.

A inspeção e a manutenção de rotina do enrolamento do estator, do enrolamento do rotor, do núcleo, do excitador sem escova, dos anéis coletores e dos anéis sem escova (para unidades fornecidas com este equipamento), rolamentos e tampas superiores deverá ser realizada periodicamente. Entretanto, a freqüência dependerá da gravidade das condições ambientais locais. As instalações em ambientes limpos somente requererão inspeções ocasionais de rotina. Outras instalações sujeitas a piores condições, tais como fábricas de papel, de cimento, siderúrgicas, usinas elétricas, etc., demandarão inspeções de rotina mais freqüentes. A tabela acima apresenta uma sugestão para um programa de manutenção para os dois casos. Haverá muitas instalações que podem ser cobertas por essa sugestão, bem como outras instalações com condições extremamente pesadas. Bom senso e uma análise detalhada deverão ser usados na elaboração do programa de manutenção. **Manutenção e inspeção incorretas podem levar a falhas prematuras do equipamento.**

Inspeção e Manutenção do Enrolamento do Estator

Para aplicações especiais, tais como acionamentos por correia ou para unidades pequenas, será fornecido um anteparo da extremidade maciço com rolamento. Geralmente, as unidades com acionamento direto são dispostas para permitir a remoção da metade superior do anteparo da extremidade de qualquer lado, para fins de inspeção, sem interferir com a conexão do motor.

Para ter acesso ao enrolamento do estator, primeiramente remova a metade superior do anteparo da extremidade em cada lado da unidade. Para tanto, remova os parafusos que a prendem à carcaça e à metade inferior do anteparo da extremidade. Observe que há uma junta localizada entre as superfícies para impedir a entrada de umidade e impurezas. Essa junta deverá ser mantida limpa para ser utilizada durante a montagem. Em carcaças menores, um ou dois homens podem levantar a tampa. Em equipamentos maiores, será necessário utilizar uma talha ou guindaste.

A remoção da metade superior do anteparo da extremidade revelará a metade superior ou uma grande abertura na extremidade da carcaça. O defletor ou desviador de ar pode ser visto na parte interna desta abertura semicircular. Remova a metade superior do defletor de ar em cada extremidade da unidade. Para tanto, remova os parafusos que o prendem ao anel interno e solte as abraçadeiras que prendem os defletores de ar superior e inferior. Se um maior acesso for necessário, gire o anel e abaixe o defletor. Remova os parafusos que prendem o defletor inferior ao anel. O defletor inferior de ar pode ser removido agora. Observe que para a montagem do defletor de ar e da tampa do anteparo da extremidade, basta seguir a seqüência inversa da desmontagem. Esta desmontagem dará acesso a toda a metade superior e a algumas partes da metade inferior das espiras da extremidade do estator, suporte das espiras da extremidade e extremidades das cunhas do estator. Para uma inspeção de rotina, isso proporcionará suficiente visão do enrolamento para indicar a sua condição geral, além de permitir espaço para limpeza com uma mangueira flexível de aspirador. Quando o rotor for removido em um intervalo menos freqüente, uma parte maior do enrolamento estará visível.

Para uma inspeção de rotina, limpe as partes que podem ser acessadas do enrolamento com um aspirador de pó equipado com um bocal adequado não-metálico. Consulte a seção “Importância da Limpeza”, neste documento. (Observe que, se esta for uma inspeção de emergência, o primeiro passo é encontrar a falha, antes de alterar a condição atual do enrolamento com a limpeza).

Examine a estrutura de suporte e apoio da bobina do estator. Verifique se as extremidades da bobina estão soltas, se movem ou apresentam sinais de atrito em relação à estrutura de suporte. Pequenos “rabichos” e outras irregularidades semelhantes na superfície do verniz epóxi sobre, ou ao redor, da geometria da superfície do sistema de suporte da bobina não são significativos e foram provocados pela cura da impregnação a vácuo do núcleo. Verifique se as placas de suporte estão bem firmes em relação ao núcleo.

Examine as espiras, conexões e extremidades das cunhas da extremidade das bobinas do estator. Todo o acúmulo de impurezas e materiais estranhos entre as laterais da bobina deverá ser removido com cuidado, para não danificar a integridade do isolamento das bobinas. A superfície das bobinas deverá estar livre de áreas localizadas de isolamento danificado provocado por impacto, como que fosse atingido pela extremidade do rotor durante uma operação de desmontagem e montagem anterior do rotor.

Como um grande volume de ar ambiente passa pelas unidades refrigeradas a ar, algumas partículas abrasivas podem desgastar o isolamento das bobinas ao longo do tempo. Assim sendo, para aplicações em siderúrgicas, minas de carvão, taconite e outras, esta condição requererá uma atenção especial.

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Se houver rachaduras visíveis no verniz e se estiverem associadas com movimento e atrito do sistema de suporte, será necessária uma análise adicional do problema.

Com a tampa do anteparo da extremidade e a tampa do defletor de ar superior removidas, o acesso às cunhas do estator é um pouco limitado. Contudo, é possível obter uma impressão adequada das condições das cunhas por meio de um exame das suas extremidades. Em um intervalo menos freqüente, quando o rotor for removido, toda a extensão das cunhas poderá ser vista. As cunhas deverão estar bem presas. Elas não devem mostrar sinais de movimento ou deslocamento. As extremidades das cunhas devem estar livres de desgaste.

Mais uma vez, como foi anteriormente mencionado para o isolamento das bobinas, um ambiente com material abrasivo pode contaminar e desgastar as cunhas. Entretanto, tal efeito pode não ser visível nas cunhas exceto na inspeção em que o rotor for removido.

A resistência do isolamento deverá ser medida e registrada em cada inspeção do enrolamento. Consulte as informações da página 15 – Resistência do Isolamento. Se o valor medido da resistência do isolamento, em megaohms, for menor do que (KV + 1), após ser corrigido para 40°C, então a unidade não deverá retornar à operação enquanto a resistência do isolamento do enrolamento for restaurada para um valor igual ou superior a esse. Nessa ocasião, também seria útil a medição do índice de polarização para a obtenção de mais informações sobre a condição do enrolamento. Consulte as informações contidas na página 16 – Índice de Polarização.

A umidade e as impurezas são as duas causas básicas de uma baixa resistência do isolamento em um enrolamento. Dessa forma, os dois primeiros passos para corrigir essa condição são secar o enrolamento e remover todas as impurezas e contaminações possíveis. Os aquecedores de ambiente sempre deverão ser ligados quando o equipamento for desligado. Se isto não for feito, a resistência do isolamento normalmente será reduzida devido à condensação nos enrolamentos. Os aquecedores de ambiente podem ser usados para secar um enrolamento, mas será necessário muito tempo. Além disso, uma baixa tensão deverá ser aplicada pelos terminais do enrolamento (CA ou CC) para permitir o monitoramento da temperatura, que deverá ficar abaixo do valor nominal durante o processo de secagem. De seis a oito horas, dependendo do tamanho da unidade, serão necessárias para a secagem do enrolamento com circulação de corrente. O enrolamento deverá ser totalmente limpo para remover impurezas e contaminantes, bem como para cumprir uma parte importante do programa de aumento do valor da resistência do isolamento.

Um programa completo de limpeza e secagem normalmente restaurará a resistência do isolamento para o valor de (KV + 1) megaohms, ou mais, corrigido para 40°C. Caso isso não ocorra, é provável que haja algum fator adicional, além da umidade e das impurezas. Se o cabo de entrada não estava desconectado da fiação do motor na caixa de ligação, o cabo adicional pode afetar significativamente o valor da resistência do isolamento. Os capacitores de surto que estão diretamente ligados ao enrolamento do estator podem provocar um efeito semelhante. Em ambos os casos, a conexão com o enrolamento do estator deverá estar aberta e o teste de resistência do isolamento, repetido.

Se todas as ações acima descritas falharem em restaurar o valor da resistência do isolamento, é muito provável que seja necessária a assistência de um especialista. Recomendamos que a Assistência Técnica General Electric seja contatada.

Existem testes adicionais que podem ser realizados nos enrolamentos do estator, especialmente nos modelos mais antigos, para determinar a sua condição atual e a possibilidade de conserto. Dentre eles, estão os testes de elevado potencial de CA e CC. É importante que esses testes somente sejam realizados por pessoal treinado na condução desses testes para evitar danos desnecessários ao enrolamento, interpretar os resultados corretamente e observar todas as medidas de segurança necessárias à proteção do pessoal. Caso seja necessário realizar esses testes em algum momento da vida útil da unidade, recomendamos que a Assistência Técnica General Electric seja contatada.

 Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

MANUTENÇÃO DOS MANCAIS

Recomendações Quanto ao Óleo

Para a operação a temperatura ambiente normais, deve-se usar um óleo para turbina de bom teor antioxidante, antiferrugem e anticorosivo de base mineral. No caso de motores que operem a velocidade de até 1200rpm, recomenda-se um óleo com viscosidade de 30 SSU a 100F. Para motores que trabalhem a velocidades superiores a este calor, bem como para todos os outros motores que operem a temperatura ambiente entre 32 F e 0F, recomenda-se um óleo com viscosidade de150 SSU e 100F.

Os reservatórios de óleo dos mancais têm uma capacidade de cerca de quatro a seis litros.

Colocar o óleo até ao nível indicado no medidor de nível.

Os motores que não exigem lubrificação forçada são projetados para operação contínua com anéis de lubrificação nos mancais.

Mancais de Deslizamento com sistemas de lubrificação forçada

Os mancais com sistemas de lubrificação forçada recebem o óleo de uma fonte externa. O sistema de lubrificação, entretanto, desde o ponto de admissão ao motor até ao ponto de saída, na tampa lateral, é comum. A tubulação de admissão de óleo possui um orifício regulador (90) e uma válvula de retenção (91). O orifício regulador permite a passagem da quantidade certa de óleo para o mancal. A faixa normal de pressão é de 10 a 15 psi, com uma quantidade de 2 a 4 litros de óleo por minuto, por mancal. A pressão correta para cada máquina em particular é especificada no seu desenho de contorno ou na sua placa de identificação. A válvula de retenção serve para evitar que o óleo seja bombeado para fora da linha de admissão pela ação bombeadora do eixo, no caso de falhar o sistema de bombeamento da alimentação de óleo.

O retorno de óleo se faz por gravidade. Havendo anéis de lubrificação, um tubo de acesso (93), dentro da tampa lateral, no ponto da conexão do retorno de óleo, mantém o nível correto no alojamento do mancal, na tampa lateral.

NOTA: Quando se drenar o óleo das tampas laterais durante a preparação para a manutenção, é necessário remover-se o bujão adjacente à linha de retorno de óleo.

No início da instalação, é preciso certificar-se de que a linha de retorno de óleo tenha um diâmetro de, pelo menos, 1 ¼ "a 1 ½", conforme a indicação do desenho de contorno, e seja tapo curta e sem curva quanto possível. O reservatório externo deve ficar o mais baixo possível da saída do retorno de óleo da tampa lateral. Esta disposição garante o funcionamento adequado do sistema de vazão por gravidade. Devem-se evitar condições que possam produzir bolsas de ar.

Limpeza

Os alojamentos dos mancais do motor possuem câmaras de depósitos para recolher os sedimentos. Estas câmaras precisam ser limpas periodicamente.

A limpeza pode ser feita removendo-se o bujão de drenagem (13), localizado no fundo do alojamento do mancal. O óleo drenado levará consigo a maior parte do material depositado. Sob condições normais, esta é a única limpeza necessária.

Sendo necessária uma limpeza completa da câmara, pode-se usar um solvente adequado, à base de petróleo. O solvente pode ser introduzido através da abertura para enchimento de óleo, em cima do alojamento do mancal, até ao nível indicado pelo centro do medidor, aproximadamente. Retirar, então, o bujão de drenagem para permitir a saída do solvente sujo.

Após a limpeza, deve-se recolocar o bujão de drenagem com um composto de vedação como o Glyntal nº 1201 da GE, que é um composto de resina alquídica ou Permatex nº3, e completar o reservatório com óleo limpo.

Inspeção e/ou Substituição do Mancal

NOTA: Antes de retirar a tampa lateral do lado oposto ao do acionamento, consultar o manual de instruções da excitatriz.

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Mancais com Tampas Laterais Tripartidas (Mancais Bipartidos)

Retirar a parte superior da tampa lateral, removendo os parafusos (27), que a prendem à carcaça, os parafusos (4), que a prendem à sua parte inferior e os parafusos (1), que a prendem ao alojamento do mancal.

NOTA: Para proporcionar folga para o operador trabalhar, pode-se retirar a parte superior do defletor de ar conforme a descrição do item “Inspeção”.

Retirar os quatro parafusos (3), que prendem a capa do mancal (2) à parte inferior da tampa lateral, e retirar a capa do mancal.

Retirar os quatro parafusos (19), que prendem a parte superior do mancal (20) à sua parte inferior (15).

Retirar a parte superior do mancal.

Utilizando um macaco, suspender o eixo (18) alguns milésimos de polegadas para ,assim, remover o peso do rotor da superfície da parte inferior do mancal .

Girar a parte inferior do mancal em torno do eixo e retirá-la.

Para montar novamente o mancal, inverter o processo de desmontagem.

Mancais com Tampas Laterais Bipartidas ou Inteiriças (Mancais Inteiriços)

Retirar os parafusos (27), que prendem a tampa lateral à carcaça e, axialmente, deslocar a primeira, separando-a da armação do estator.

Tomando cuidado para não machucar o eixo, retirar a tampa lateral axialmente do mesmo.

Retirar o parafuso (46) da parte superior da tampa lateral.

Colocar a tampa lateral na posição horizontal, com a face interna voltada para cima.

Retirar a tampa interna do mancal (43) e o suporte do anel de óleo (48).

Retirar os anéis de lubrificação (12) de suas respectivas ranhuras no mancal.

Inserir duas alavancas a 180º uma da outra, na ranhura circular do lado externo do mancal , perto da borda interna. Suspender com elas o mancal. À medida que este for saindo do seu alojamento, será necessário colocar calços sob os pontos de apoio das alavancas a fim de se proporcionar maior capacidade de levantamento.

No caso do mancal estar muito apertado em seu alojamento, dificultando a sua completa remoção, pode ser necessário o seguinte procedimento:

Inverter as castanhas de um saca-polias, de modo que as garras fiquem voltadas para fora.

Inserir as castanhas do saca-polias no centro do mancal e enganchá-las na borda externa do mesmo.

Colocar uma barra através da face do alojamento do mancal, contra a qual se exercerá a força. Fazer um pequeno furo no centro da barra para se evitar que o parafuso do saca-polias escorregue para fora da barra.

À medida que o mancal for sendo retirado do alojamento, será necessário colocar calços sob a barra para possibilitar a completa remoção do mancal do seu alojamento.

 Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Problemas de Operação

ATENÇÃO: *ALTA TENSÃO E PARTES ROTATIVAS PODEM PROVOCAR LESÕES GRAVES. A UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS, COMO QUALQUER OUTRA UTILIZAÇÃO DE ENERGIA CONCENTRADA E PARTES ROTATIVAS PODE SER PERIGOSA. CERTIFIQUE-SE DE QUE TODOS OS CIRCUITOS ESTEJAM DESENERGIZADOS E QUE NENHUMA PARTE MECÂNICA ESTEJA EM MOVIMENTO. A INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS DEVERÃO SER REALIZADAS POR PESSOAL HABILITADO. RECOMENDA-SE A FAMILIARIZAÇÃO COM A NORMA DE SEGURANÇA MG-2 (NEMA) PARA CONSTRUÇÃO E GUIA PARA SELEÇÃO, INSTALAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MOTORES E GERADORES ELÉTRICOS, BEM COMO COM AS NORMAS ELÉTRICAS VIGENTES E AS BOAS PRÁTICAS LOCAIS.*

TABELA DE DIAGNÓSTICO DE FALHAS

Falha	Possível Causa	Ação
O motor não parte	Energia não conectada	Conecte a energia ao controle, e o controle ao motor. Examine os contatos.
	Baixa Tensão	Verifique o valor indicado na placa de identificação com a rede elétrica.
	Conexões de controle erradas	Verifique as conexões com o diagrama elétrico de controle.
	Equipamento acionado travado	Desconecte o motor da carga. Se o motor funciona satisfatoriamente, examine o equipamento acionado.
	Circuito aberto no enrolamento do estator ou rotor	Meça/compare a resistência do enrolamento de cada fase.
	Enrolamento aterrado	Verifique se o enrolamento está aterrado.
	Torque excessivo da carga	Verifique a capacidade do motor.
	Acionamento do controle de sobrecarga	Espere o motor esfriar. Tente partir novamente.
Ruído ou vibração	Motor com apenas uma fase	Pare o motor. Em seguida, tente partir. Ele não partirá com apenas uma fase. Verifique se alguma das outras linhas ou circuitos estão abertos.
	Rede elétrica desbalanceada	Verifique o balanceamento medindo a corrente e a tensão em cada fase.

 Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

		Corrija a rede elétrica para obter tensões balanceadas.

TABELA DE DIAGNÓSTICO DE FALHAS

Falha	Possível Causa	Ação
Ruído ou vibração (continuação)	Desalinhamento	Examine o alinhamento paralelo, angular e axial.
	Espaço interno desigual. (Unidades fornecidas sem um rolamento)	Centralize o rotor.
	Unidade solta na fundação	Realinhe a unidade. Aperte os parafusos prisioneiros.
	Material estranho dentro da unidade	Limpe o interior da unidade.
Superaquecimento	Sobrecarga	Meça a carga com um amperímetro e compare com a corrente de plena carga na placa de identificação. Reduza a carga.
	Carga elétrica desbalanceada	Verifique o desbalanceamento de tensões ou se apenas uma fase está ligada.
	Ventilação obstruída	Limpe os filtros, passagens de ar e enrolamentos. Conforme o caso, verifique o resfriamento da água.
	Tensão e freqüência incorretas.	Verifique os valores indicados na placa de identificação com os da rede elétrica. Verifique, também, a tensão nos terminais com a unidade a plena carga.
	Enrolamento do estator em curto. (entre linhas)	Verifique se há danos no enrolamento. Solicite assistência especializada para o conserto.
	Enrolamento do estator em curto. (linha e aterramento)	Verifique se há danos no enrolamento. Solicite assistência especializada para o conserto.
	Rotação incorreta	Verifique a rotação, compare com a placa de identificação.

 Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

TABELA DE DIAGNÓSTICO DE FALHAS

Falha	Possível Causa	Ação
Superaquecimento (continuação)	Volume insuficiente de óleo.	Adicione óleo; se o nível de óleo estiver muito baixo, drene, enxágüe com óleo limpo e reabasteça.
	Contaminação do óleo ou tipo incorreto de óleo.	Drene o óleo. Enxágüe com óleo limpo e relubrifique usando o óleo com a viscosidade especificada na placa de identificação.
	Anéis de óleo girando devagar ou sem movimento (caso sejam usados anéis de óleo).	O anel de óleo está gasto; substitua por um novo.
	Anéis empenados ou danificados na montagem.	Substitua os anéis de óleo.
	Retentores de óleo amassados ou danificados.	Substitua os retentores.
Baixa resistência do isolamento ou falha do isolamento.	Umidade.	Seque o enrolamento.
	Impurezas.	Limpe o enrolamento.
	Partículas condutoras penetraram o isolamento.	Solicite assistência especializada para o conserto.

TABELA DE DIAGNÓSTICO DE FALHAS

Falha	Possível Causa	Ação
Baixa resistência do isolamento ou falha do isolamento. (continuação)	Dano mecânico ao isolamento.	Solicite assistência especializada para o conserto.
	Surtos de tensão danificaram o isolamento.	Solicite assistência especializada para o conserto.
	Temperaturas excessivas	Solicite assistência especializada para o conserto.

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

TABELA DE TORQUE DE PARAFUSOS

Tamanho do Parafuso	Torque em LB.PÉ	
	A seco	Lubrificado
1/4 - 20	8	7
5/16 - 18	17	14
3/8 - 16	30	23
7/16 - 14	50	38
1/2 - 13	75	56
5/8 - 11	150	112
3/4 - 10	260	188
7/8 - 9	400	284
1 - 8	580	438
1 1/4 - 7	1120	823
1 1/2 - 6	1940	1311

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Peças Sobressalentes

Considerações gerais

Os equipamentos cobertos por este Manual de Instruções foram projetados e fabricados para proporcionar excelente confiabilidade e qualidade. Se forem devidamente manuseados, armazenados, instalados, operados e mantidos e se o local de operação possuir um equipamento de proteção adequado, a unidade oferecerá muitos anos de operação confiável. Entretanto, como todo equipamento elétrico, certas peças estão sujeitas a um desgaste normal. Além disso, há uma grande variação entre os locais de operação quanto às suas condições ambientais.

Por essas razões, é importante ter um estoque adequado de peças de reposição, por precaução, para minimizar o tempo de paralisação da unidade. A quantidade correta de peças sobressalentes que devem ser mantidas em estoque dependerá de quão crítica a instalação é para o usuário. Esta decisão deverá ser ponderada com uma avaliação da gravidade das condições ambientais do local e da eficácia do programa de manutenção local.

Criticalidade da aplicação

O usuário deverá avaliar a natureza crítica da aplicação deste equipamento uma vez que ela se relaciona com a economia de um possível tempo de paralisação e da perda de produção.

Três categorias de aplicações estão listadas abaixo, no item **Peças Sobressalentes Recomendadas.**

1. Não-Crítica – Proteção Mínima (Peças Básicas)
2. Semi-Crítica – Proteção Adequada
3. Crítica – Proteção Total

Estas recomendações são feitas para auxiliar o usuário no desenvolvimento de um **Programa de Planejamento de Proteção** para as peças que devem ser mantidas em estoque.

Peças Sobressalentes Recomendadas

A lista de peças sobressalentes recomendadas encontra-se a seguir:

1. Aplicação Não-Crítica – Peças Básicas – Mínima Proteção (um conjunto de cada item, conforme fornecimento original)

Nota:
*Quando for necessário

2. Aplicação Semi-Crítica – Proteção Adequada (um conjunto de cada item, conforme fornecimento original)

Primeiros Sete Itens do Item (1) (conforme a necessidade)
Núcleo Pré-Enrolado do Estator
Pólos Enrolados do Rotor Síncrono

3. Aplicação Crítica ou Múltiplas Unidades – Proteção Plena (um conjunto de cada item, conforme fornecimento original)

Primeiros Sete Itens do Item (1) (conforme a necessidade)
Rotor
Estator

Solicitação de Peças

Uma vista geral da unidade é apresentada na seção "Identificação de Peças". Ao solicitar peças ou pedir informações adicionais junto ao seu contato na General Electric Company, informe o número de série e o número do modelo do equipamento, bem como o tipo e a referência do número de peça obtido na seção Identificação de Peças.

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Acionamentos por Correias e Correntes

Geral

Um acionamento por correia ou corrente fornece torque mediante um desbalanceamento na tensão entre as duas seções da correia ou corrente. Assim, há uma força lateral e desbalanceada na roldana da correia ou na engrenagem da corrente. A força lateral é transmitida ao rolamento do motor de acionamento e é um componente significativo na magnitude e no sentido do carregamento do rolamento.

A capacidade de um motor em fornecer torque por meio de um acionamento por corrente é função da potência, rotação e dos rolamentos do motor. Salvo se o motor foi especificamente encomendado para trabalhar com esse tipo de acionamento, ele não deverá ser usado sem consulta prévia à fábrica, por meio do escritório General Electric mais próximo.

Os motores com acionamento por correia e corrente podem ser fornecidos com trilhos corrediços para ajuste da tensão da correia. Esses trilhos corrediços devem ser nivelados e ajustados como foi anteriormente discutido no item Fixação, da Fundação. Os trilhos corrediços devem ser posicionados de tal forma que o eixo do motor de acionamento e o eixo do equipamento acionado estejam paralelos e que a linha de centro da roldana da correia ou da engrenagem da corrente esteja no mesmo plano vertical que a roldana ou engrenagem do equipamento acionado. A posição relativa do motor de acionamento e do equipamento acionado devem permitir o aumento ou a redução da tensão da correia ou da corrente. A engrenagem da roldana da correia deve ser instalada o mais próximo possível do anteparo da extremidade do motor.

Para acionamentos por correias em V, alinhe a roldana ou polia com cuidado para evitar a carga axial nos rolamentos. A tensão da correia deverá ser a suficiente para evitar o escorregamento em plena carga. Uma tensão excessiva da correia resultará em uma carga muito grande no rolamento, provocando o seu aquecimento e desgaste adicionais. É incorreto aumentar a tensão da correia com cargas de elevada inércia para evitar o escorregamento e ruídos da correia durante o período de aceleração. A tensão da correia deverá ser ajustada para evitar o escorregamento em plena carga, em situações de rotação máxima e para evitar o escorregamento durante a aceleração.

A relação da tensão, a relação de tração e a velocidade periférica da correia não deverão exceder os seguintes valores:

Tipo de Correia	Relação de Tensão	Relação de Tração	Velocidade Periférica da Correia*
Tipo “V”	7/1	8/1	5000 pés/minuto

*Salvo outra recomendação do fabricante da correia.

Para os acionamentos por corrente, ajuste o comprimento da corrente referente à distância entre as linhas de centro das engrenagens para permitir uma pequena folga da corrente. A distância entre as linhas de centro das engrenagens não deverá ser menor do que o diâmetro da engrenagem maior mais o raio da engrenagem menor. Sendo o valor máximo aceitável definido pelo fabricante da corrente. A lubrificação e a manutenção da corrente deverão estar de acordo com as instruções do fabricante da corrente.

 Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Descrição do Equipamento

Resumo

As carenagens dos motores e geradores horizontais, totalmente enclausurados e refrigerados a ar (tipo tubo) da GE Motors proporcionam a condição ótima em termos de eficiência de resfriamento para motores enclausurados, ao mesmo tempo em que proporcionam proteção dos componentes internos contra condições ambientais severas. Construção robusta, tubos de arrefecimento auto-limpantes e fácil acesso às peças contribuem para uma longa vida útil do motor com manutenção mínima.

Carenagem

A construção em aço é usada na carcaça e na seção superior de ventilação para resistir aos fortes impactos normalmente encontrados em aplicações pesadas. Anteparos planos nas extremidades proporcionam apoio para os rolamentos do equipamento com uma construção de baixo peso que proporciona uma manutenção fácil, sem sacrificar a sua resistência ou rigidez.

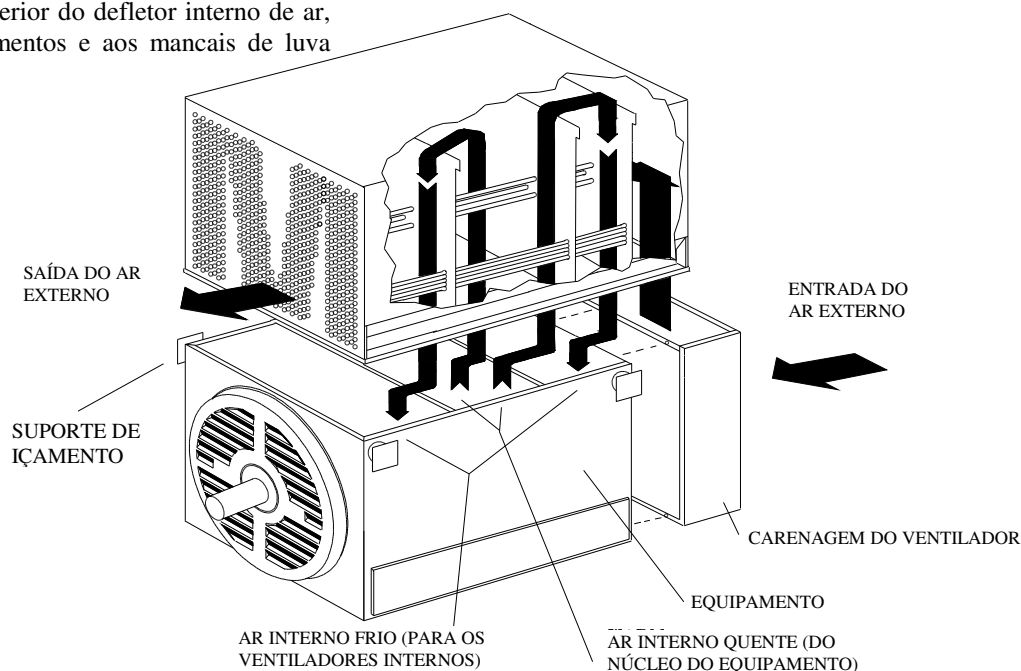
Removendo-se a seção superior do anteparo da extremidade e a seção superior do defletor interno de ar, tem-se acesso aos enrolamentos e aos mancais de luva bipartidos.

A inspeção dos enrolamentos ou a remoção dos rolamentos para inspeção ou manutenção pode ser realizada sem interferir no alinhamento do equipamento.

Anteparos da extremidade com entalhes e retentores especiais dos rolamentos proporcionam máxima proteção atmosférica sem comprometer a acessibilidade. Uma junta de borracha de neoprene entre a seção superior e a estrutura inferior proporciona uma vedação estanque.

Ventilação

A carenagem TEAAC do tipo tubo é dividida em duas seções – uma seção interna que contém as partes ativas da unidade e uma seção externa que é o sistema de arrefecimento. Uma série de tubos localizados na seção superior removível da unidade realiza a função de trocador de calor entre os sistemas de ar externo e interno. Nenhuma troca de ar ocorre entre as duas seções.

O ar interno é succionado pelas extremidades do trocador de calor superior e é direcionado para baixo, sobre os defletores internos de ar para a entrada do ventilador do rotor. Os ventiladores sopram uma parte do ar radialmente ao longo e através das espiras das bobinas

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

do estator. A porção remanescente do ar é direcionada através de passagens no rotor, pelos dutos de ar do rotor, pelo espaço interno, pelos dutos de ar do estator em que se encontra com o ar recirculado pelas espiras das bobinas. Este ar aquecido é entregue na seção central da parte superior, onde será resfriado pelos tubos e direcionado para as extremidades da parte superior.

A ventilação e o resfriamento externo ocorrem por meio de um ventilador instalado no eixo, localizado dentro da carenagem do ventilador, no lado oposto ao acionamento do equipamento. O ar ambiente externo ingressa na carenagem do ventilador por meio de uma grelha e é forçado pelo ventilador através da parte interna dos tubos de arrefecimento. O ar no interior dos tubos de arrefecimento possui uma velocidade elevada que permite um resfriamento eficiente, bem como a auto-limpeza dos tubos. Caso seja necessária uma limpeza manual, isso poderá ser feito facilmente, enquanto o equipamento estiver em operação.

Características

O sistema possui mancais de luva com vedações adicionais para impedir que contaminantes entrem no alojamento do mancal. Rolamentos antifricção podem ser fornecidos para certos tipos de aplicações e rotações.

Os aquecedores de ambiente mantêm a temperatura do ar interno acima do ponto de orvalho para evitar o acúmulo de umidade durante os períodos de desligamento da unidade. Os aquecedores de ambiente não são itens padrão das carenagens TEAAC, mas podem ser facilmente instalados como um item opcional.

Suportes de içamento integrados estão localizados em cada lado da carcaça para um manuseio conveniente.

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Identificação de Peças

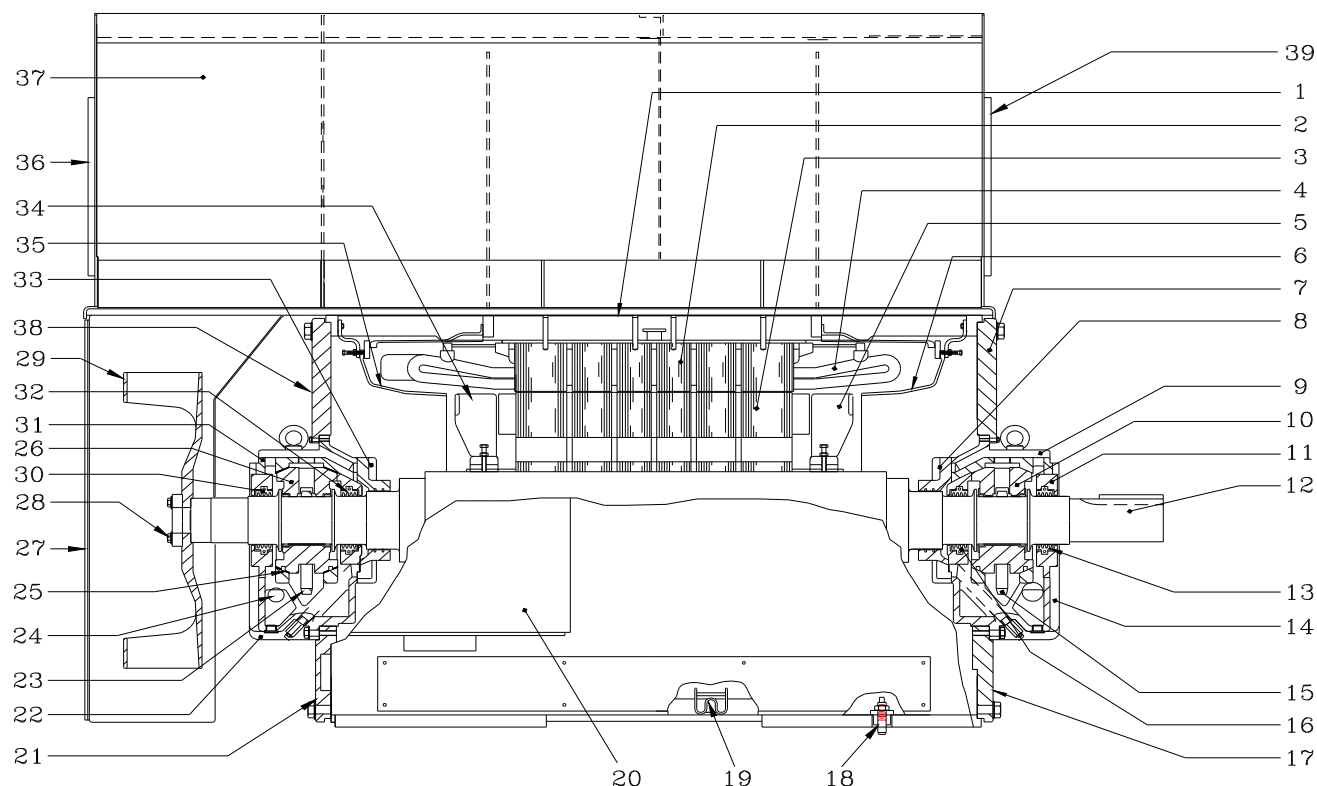



Fig. 1 Vista geral – Rolamento Antifricção

1. Carcaça do estator
2. Lâminas do estator
3. laminas do rotor
4. Enrolamentos do estator
5. Ventilador
6. Defletor de ar
7. Metade superior da tampa lateral
8. Selo do mancal
9. Metade superior do mancal
10. Casquilho do mancal
11. Suporte do selo
12. Eixo
13. Retentor de óleo
14. Cobertura mancal
15. Anél de óleo
16. Retentor de óleo
17. Tampa inferior do mancal
18. Metade inferior do mancal
19. Aquecedor
20. Caixa de ligação
21. Metade inferior da tampa lateral
22. Parte inferior
23. Anel de óleo
24. Medidor de nível de óleo
25. Isolação do casquilho do mancal
26. Casquilho do mancal
27. Ventilador – entrada de ar
28. Parafuso de montagem do ventilador
29. Ventilador externo
30. Retentor de óleo
31. Metade superior do mancal
32. Retentor de óleo
33. Selo do mancal
34. Ventiador
35. Defletor de ar
36. Tampa de acesso aos tubos
37. Haste central
38. Metade superior da tampa lateral
39. Saída de ar

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Geral

Para auxiliar na identificação das peças do equipamento, uma vista geral da Fig. 1 encontra-se na página 1. Cada peça é assinalada por um número de referência para a sua identificação.

A utilização desta vista geral permite a fácil identificação de cada peça do equipamento. Ao solicitar peças sobressalentes ou de reposição, inclua o número desta publicação e o número da peça, além do modelo e do número de série da máquina.

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Equipamento

Geral

O equipamento é formado pela carcaça, anteparos das extremidades, tampas dos anteparos das extremidades, defletores de ar, núcleo e bobinas do estator, rotor, caixa de conexões elétricas, caixa de terminais de acessórios e rolamentos.

A carcaça foi projetada para transferir o peso da unidade e o torque de reação para a fundação.

O equipamento também direciona o ar de arrefecimento através das partes ativas da unidade.

Em um equipamento com seção superior, o ar de arrefecimento da seção superior entra no topo da carcaça pelas duas extremidades. O ar é então direcionado pelos defletores de ar para os dois ventiladores localizados em cada lado do rotor, onde a sua pressão é elevada. Isso faz com que o ar flua através das passagens existentes no rotor e no estator. O ar frio extrai o calor do núcleo e das bobinas à medida que ele passa pela superfície dessas partes ativas. Finalmente, o ar quente é descarregado ao redor da periferia do núcleo do estator, sendo direcionado para cima, para a seção superior.

Em um equipamento impermeável ao gotejamento, o ar de arrefecimento entra na carcaça através de aberturas nos anteparos das extremidades. O ar é então direcionado pelos defletores para os dois ventiladores existentes em cada lado do rotor, onde a pressão será elevada. Isso faz com que o ar flua através das passagens existentes no rotor e no estator. O ar frio extrai o calor do núcleo e das bobinas à medida que ele passa pela superfície dessas partes ativas. Finalmente, o ar quente é descarregado ao redor da periferia do núcleo do estator e, a seguir, pelas aberturas nas laterais da carcaça.

Carcaça

A carcaça retangular fabricada mantém os vários componentes da unidade na sua posição durante o seu funcionamento e posiciona o acionamento no alinhamento vertical e axial correto em relação ao equipamento acionado.

A carcaça inclui:

4 suportes de elevação - 2 em cada lado – junto às extremidades da carcaça.

4 placas de aterramento - 2 em cada lado inferior – junto às extremidades da carcaça.

Nas carenagens com seção superior: 2 tampas de acesso com vedação, uma em cada lado inferior da carcaça. As placas acompanham todo o comprimento da carcaça e cobrem os orifícios dos prisioneiros de fundação, pinos e aquecedores de ambiente.

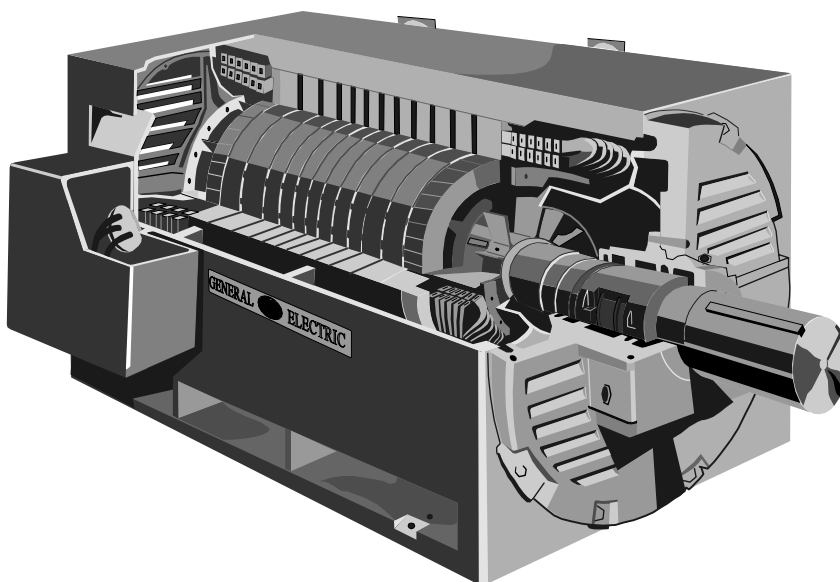



Fig. 1 Unidade Impermeável ao Gotejamento

Copyright 2007, The General Electric Company, EUA

Anteparo da Extremidade

Há um anteparo da extremidade em cada lado da carcaça para sustentar e posicionar o rotor em relação ao conjunto do estator. Os anteparos das extremidades suportam o peso do rotor e posicionam o centro do rotor no estator, minimizando as forças magnéticas desbalanceadas.

O anteparo da extremidade é usinado com um acabamento com encaixe para integração à carcaça e fixação do rolamento.

Defletor de Ar

O defletor de ar é preso por meio de parafusos em uma placa vertical próxima a cada extremidade da carcaça. Ele envolve circunferencialmente o ventilador e direciona o ar de arrefecimento para o ventilador, impedindo que o ar pressurizado retorne pelo ventilador. O defletor de ar é feito de fibra de vidro e é moldado com resinas termoplásticas reforçadas, sendo bipartido na linha de centro horizontal para facilitar a sua montagem e desmontagem.

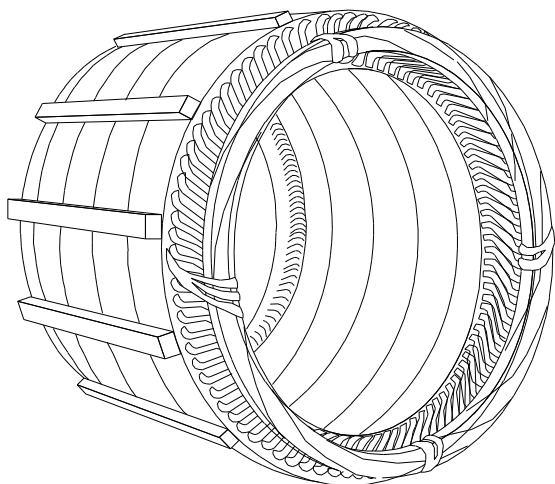



Fig. 2 Núcleo pré-enrolado do estator

Núcleo e Bobinas do Estator

O núcleo e as bobinas do estator (juntamente com as partes equivalentes do rotor) constituem as partes eletromagnéticas ativas do equipamento. O núcleo do estator é pré-enrolado, ou seja, as bobinas do estator são enroladas no núcleo antes de ele ser instalado na carcaça.

O núcleo é feito por lâminas segmentadas estampadas em aço-silício magnético. O material é posicionado de forma precisa e empilhado para manter uma cavidade de estator. O núcleo é formado axialmente por pacotes dessas lâminas separadas por dutos de ar radiais.

As flanges do estator estão localizadas em cada extremidade do núcleo do estator para manter as lâminas unidas por compressão. A pressão interlaminar é mantida por cintas de aço que passam axialmente pelo diâmetro externo do núcleo, da placa anular em uma extremidade do núcleo até a outra, na outra extremidade. Essas cintas de aço são soldadas às placas das extremidades, enquanto que o núcleo encontra-se sob uma forte compressão axial.

As bobinas do estator são formadas por fios de cobre retangulares e isolados. O isolamento do fio consiste de verniz, fibra de vidro e/ou materiais resistentes ao efeito corona. O isolamento do fio é revestido com fita de mica para proteção adicional contra surtos de tensão, se necessário. As bobinas formadas são isoladas para o aterramento com fita de mica, sendo revestida por fita de fibra de vidro para proteção física.

Nos equipamentos destinados à classe de tensão igual ou superior a 6000 volts, um material semicondutor é aplicado na parte ranhurada das bobinas e desbastado além do núcleo para proporcionar proteção contra o efeito corona.

As bobinas são enroladas no núcleo do estator e presas nas ranhuras por meio de cunhas reforçadas de fibra de vidro. O suporte é então agregado às extensões das bobinas, além das extremidades do núcleo do estator. Todo o núcleo pré-enrolado do estator é impregnado com resina epóxi a vácuo e submetido à cura em forno.

 Copyright 2007, The General Electric Company, EUA